This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

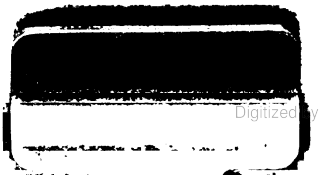
Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

$B 32 090

YC 18478

Digitized by Google

REESE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF CALIFORNIA.
Received October 1881.
Accessions No. 16326 Shelf No.



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Compendium der Gasfeuerung

in ihrer Anwendung auf die

Hüttenindustrie.

Mit besonderer Berücksichtigung des Regenerativsystemes.

Für Fabrikanten, Hüttenleute, Ingenieure und Lehranstalten.

Von

Ferdinand Steinmann,
Civilingenieur in Dresden.

II. verbesserte und vermehrte Auflage.

Mit 6 lithographirten Tafeln.

...ARY
...SITY
...TA

Freiberg,
J. G. Engelhardt'sche Buchhandlung.
(M. ISENSEE.)
1876.

Digitized by Google

TP345
S82

1326

Digitized by Google

Vorwort zur ersten Auflage.

Die Literatur über hüttenmännische Pyrotechnik ist noch sehr jung und daher, abgesehen von der Journalistik, wenig reichhaltig. Sie besteht zudem grossentheils aus wissenschaftlichen Abhandlungen und Speculationen, sowie aus Rapporten über praktische Versuche mit guten oder zeifelhalften Erfolgen. Für die Praxis wirklich werthvolle Momente finden sich fast nur fragmentarisch in der hüttenmännischen Fachliteratur und Journalistik; der Hüttenmann ist wenigstens in pyrotechnischer Beziehung gewöhnlich auf eigene Hilfe angewiesen und muss seine Erfahrungen in der Regel theuer genug erkaufen.

In neuerer Zeit hat sich aber durch den Aufschluss grosser Braunkohlenbecken und durch die mehr und mehr sich der Hüttenindustrie entziehende Verwendung des Brennholzes um so dringender das Bedürfniss nach erprobten Constructionen herausgestellt, welche unter Benutzung selbst der geringsten Sorten Braun- oder Steinkohle zur Erreichung der höchsten Hitzgrade tauglich sein sollen. Dass dies nur durch die Vergasung der betreffenden Brennstoffe möglich ist, ist eine allbekannte Sache und man kennt wohl auch die Prinzipie und Bestandtheile solcher Constructionen, seltener aber die Eigenthümlichkeiten in ihrer Herstellung, sowie die ihres Betriebes.

Ich habe es versucht, durch die vorliegende Schrift eine Lücke auszufüllen, welche mir besonders hierin selbst oftmals empfindlich gewesen ist, und übergebe dieselbe dem technischen Publikum mit der Bitte um Nachsicht, wenn bei der Neuheit

Digitized by Google

des Stoffes hier und da sich etwas finden sollte, was einer Vervollkommung fähig, oder wenn wir bei seiner Vielseitigkeit eine solche irgendwo existirende entgangen wäre.

Es sind in dem speciellen Theile nur solche Constructionen abgehandelt, von deren Zweckmässigkeit ich mich theils persönlich überzeugt habe, theils authentische Berichte vorfand; alles Veraltete oder dem Bereich der Versuche Angehörige habe ich sorgfältig zu vermeiden getrachtet, weshalb auch der Umfang der Arbeit kein bedeutender sein konnte.

Dem Regenerativsysteme habe ich ganz besondere Aufmerksamkeit gewidmet, einestheils weil es unbestritten unter allen Systemen die grösste Zukunft hat und am ausdehnungsfähigsten für alle Hüttenbranchen ist, anderntheils, weil ich nicht allein den grossen Versuchen, welche die Berliner Firma Siemens & Halske anstellen liess, beiwohnen konnte, sondern auch Gelegenheit fand, eine Anzahl von Bauten hierin auszuführen, welche sich des Beifalls des technischen Publikums erfreuen.

Die Arbeit basirt also hauptsächlich auf eigenen praktischen Erfahrungen und Studien, sie ist mehr für die ausübende Praxis berechnet und enthält demzufolge keinen Apparat von Formeln und Berechnungen, sondern meist Resultate und Anleitungen.

Alle Maasse sind, wo keine besondere Bemerkung gemacht ist, preussisch, alle Temperaturangaben nach Celsius.

Dresden im Juli 1867.

Der Verfasser.

Digitized by Google

Vorwort zur zweiten Auflage.

Seit dem Erscheinen des „Compendium“ hat sich in der Hüttenindustrie ein sehr erheblicher Umschwung zu Gunsten der Gasfeuerung vollzogen, Dank der Erfindung der regenerativen Gasfeuerung, deren ausserordentliche Vortheile gegen die directe Feuerung selbst jedem Laien in die Augen springen müssen.

Der unbefangene Beobachter wird aber auch bald die Ueberzeugung gewinnen, dass durch die Einführung dieser Erfindung die Hüttenbevölkerung sowohl in materieller als intellectueller Hinsicht rasch einer neuen Aera entgegengeht: in materieller deswegen, weil durch die Gasfeuerung die Gesundheit des Arbeiters conservirt wird, er ist nicht mehr an einen Raum gebannt, welcher erfüllt von undurchdringlichen Rauchmassen, schädlichen Dünsten und schwer ermattender Hitze jeden andern Menschen an die Phantasie der Hölle erinnert, er wird also auch sich einer längeren Arbeits- wie Lebensdauer erfreuen; in intellectueller Beziehung deswegen, weil die verfeinerten complicirteren Einrichtungen, welche jede Gasfeuerung im Gefolge hat, seinen Geist zum Denken anspornen, seine manuelle Fertigkeit beleben müssen.

Man ist also wohl zu der Behauptung berechtigt, dass die Gasfeuerung nicht allein im nationalökonomischen, sondern auch im socialen Sinne eine hervorragende Rolle spielt.

Der erfreuliche Begehr meiner Arbeit ermöglichte eine zweite Auflage und ist darin veraltetes weggelassen, vieles Neue aufgenommen, insbesondere der Inhalt des 1869 erschienenen Ergänzungsheftes soweit als thunlich einverleibt worden.

Digitized by Google

Auch diesmal wie früher schon verdanke ich der Güte des verdienstvollen Erfinders der Regenerativgasfeuerung Hrn. Ingenieur Friedrich Siemens, Glasfabrikenbesitzer in Dresden einige interessante Mittheilungen.

Die Textfiguren der ersten Auflage sind auf Wunsch des Herrn Verlegers in die Tafeln versetzt worden, auch behielt ich überall das Preussische (sog. Rheinische) Maass deshalb noch bei, weil das Metermaass in der Hüttenpraxis bisher wenig gehandhabt wird und wohl noch geraume Zeit bis dahin vergehen dürfte. Andererseits ist in Oesterreich z. B. das Metermaass offiziell meines Wissens noch nicht eingeführt, die Rheinischen Maasstäbe der Tafeln sind aber für österreichisches Maass unbedenklich zu substituiren.

Dresden im Herbst 1875.

Der Verfasser.

Digitized by Google

Inhalts-Uebersicht.

a) Allgemeiner Theil.

Seite

Erstes Kapitel. Allgemeines über Gasfeuerung und Generatoren 1
Zweites Kapitel. Arten der Generatoren 13
Drittes Kapitel. Verbrennungsheerd der Gase 18

b) Specieller Theil.

Erstes Kapitel. Zur Glasfabrikation 49
Zweites Kapitel. Zur Eisen- und Stahlfabrikation 72
Drittes Kapitel. Verschiedene Hüttenprozesse, Dampfkessel mit Gasheizung 95

Digitized by Google

Digitized by Google

...LIBRARY
...SITY
...NIA.

Allgemeiner Theil.

Erstes Kapitel.

Allgemeines über Gasfeuerung und Generatoren.

Geschichtliches.

§ 1. Die Verwendung von Hohofengasen für hüttenmännische Zwecke, bildete die Grundlage für die Idee der Construction selbstständiger Gasöfen, sie hat ihren Ursprung in Frankreich, und zwar wurde die Gichtflamme daselbst zuerst von Aubertot im Jahre 1814 beim Schweiss- und Puddelprozess nutzbar gemacht; in Deutschland gingen die ersten hierauf zielenden Versuche vom württembergischen Bergrathe Fabre du Faur in Wasseralfingen aus und fallen nach Delesse in das Jahr 1837. [1])

Die im Jahre 1838 dahin abgeordnete Commission von Hüttentechnikern seiten der österreichischen Regierung, erkannte jedoch in der Abhängigheit zweier so wichtiger Hüttenprocesse von einander, welche dieses System bedingte, nicht unwesentliche Mängel, und es folgten hierauf die selbständigen Versuche derselben bei der k. k. Eisenhütte zu Jenbach in Tyrol 1839—40. Diese sistirte man aber bald wegen der nicht zu bewältigenden Explosionen, bis sie im Jahre 1842 auf dem k. k. Gusswerke St. Stephan in Steyermark wieder aufgenommen wurden, und zwar diesmal, wie später auf anderen Staatshüttenwerken mit besseren Erfolgen. [2])

Zu gleicher Zeit errangen Bischoff, Thoma, später Schinz und in neuester Zeit Siemens wichtige Resultate auf diesem Gebiete, ihre Constructionen verbreiteten sich sehr bald

1) Annales des mines, IV. Série, tom. II, p. 371. Note 1.

2) Dr. Zerrenner, Einführung etc. der metallurg. Gasfeuerung im Kaiserthum Oesterreich. Wien 1856.

Digitized by Google

besonders auch in England; sicher ist aber, dass diese Erfindung selbstständiger Gasfeuerungen ursprünglich von den genannten deutschen, respective österreichischen Technikern herrührt.

Wenn in derselben Periode der Handel die Haupttriebfeder zu den grossartigen Vervollkommnungen der Communicationsmittel bildete, so wirkte als solche hier das mehr und mehr eintretende Bedürfniss nach Oekonomie der Brennstoffe einerseits, andererseits aber auch das sanitarische und landwirthschaftliche Interesse. Und diesen Zweck, das Capital, welches die Schornsteine in Form von Rauch uns zum dreifachen Nachtheile entführen, an den Verbrennungsherd nutzbar zu binden, erfüllt die Gasfeuerung gegenüber allen Constructionen zur sogenannten Rauchverzehrung am vollkommensten.

Theorie der Gasentwickelung.

§ 2. Während sich bei allen sonstigen Feuerungsanlagen nur ein Verbrennungsherd, entweder einfach oder getheilt vorfindet, auf den sich das Brennmaterial gleichzeitig in allen Stadien der Veränderung und des Verbrauches vorfindet, besteht jede Gasfeuerungsanlage aus zwei Theilen: dem Gaserzeuger oder Generator, und dem Orte der Verbrennung: Verbrennungsheerd oder Gasofen. Ersterer ist mit einer Schicht Brennmaterial beschickt, so hoch, dass die angesogene oder durchgepresste Luft in einem bestimmten Maase und mit entsprechender Geschwindigkeit zugeleitet, den eigentlichen Destillationsprocess vollführt. Der untere, den Rost berührende Theil des Brennmaterials ist entzündet und wirkt als Agens dieses Prozesses; die aufgeschütteten oberen Schichten machen aber im Herabsinken die drei Veränderungstufen: Trocknung, Vercokung und Verbrennung allmählig durch, so dass nach und nach jede die nächstfolgende zur Destillation, respective Vorbereitung bringt.

Die Art des so entstehenden Gasgemisches lässt sich in folgender Weise beurtheilen. An der Stelle wo die Luft eintritt, bildet sich erst Kohlensäure und die Cokesreste verbrennen zu Asche, dringt aber das nun vorhandene Gemisch von Kohlensäure, Stickstoff und unverbrauchtem Sauerstoff der Luft weiter in die oberen Schichten ein, welche durch mitgetheilte Hitze zum Erglühen vorbereitet sind, so wird nicht allein der Rest von Sauerstoff noch gebunden, sondern auch die Kohlensäure (nach der Formel $CO_2 + C = 2\,CO$) in Kohlenoxydgas umgewandelt. In den nächst höheren Schichten enthalten die Gase, welche jetzt dorthin gelangen, keinen Sauerstoff mehr, doch die

Digitized by Google

übertragene Temperatur wirkt noch günstig für die trockene Destillation, und ist deren Verlauf ganz in derselben Weise vorauszusetzen und zu beurtheilen wie in den Retorten zur Leuchtgasbereitung. — Da vereinigen sich zunächst die aus dem ersten Verbande tretenden Antheile von Sauerstoff und Wasserstoff zu Wasser; bei weiterer Erhitzung entsteht das schwere Kohlenwasserstoff- oder Elaylgas (CH) [1]), welches neben mehreren analog zusammengesetzten Verbindungen, z. B. Propylen (C_6 H_6), Butylen (C_8 H_8), Amylen (C_{10} H_{10}) u. s. w. die Hauptmasse bildet.

Aus dem schweren Kohlenwasserstoff scheiden sich durch die Erhitzung ferner auch Kohlenstoff und leichtes Kohlenwasserstoff- oder Grubengas ab, nach der Formel: C_4 $H_4 = C_2$ $H_4 + 2$ C. Der tiefste Theil der eben besprochenen Gasbildungsschicht liefert dieses Product und alle wasserstoffreicheren bis zum reinen Wasserstoff genau in derselben Weise, wie die Zerlegungen sich im weiteren Verlaufe jeder trockenen Destillation gestalten.

Bis hierher bestehen die Gase also in der Hauptsache aus Kohlenoxyd, Stickstoff, schweren und leichten Kohlenwasserstoffen und Wasserstoff. Daneben geringe Mengen unveränderter Kohlensäure und Wasser.

In der obersten Schicht, da wo die Temperatur die niedrigste ist, vollzieht sich endlich die Bildung flüssiger und fester Destillationsproducte nach der Formel C_n H_n, worin n verschiedenartige Werthe besitzt, und zwar sind die hier entstehenden Körper das Paraffin, Naphtalin, Benzin u. s. f. Darauf folgt schliesslich die trockene Kohle.

Prof. Scheerer fand bei Anwendung desselben Brennmaterials und verschiedenen Generatoren dem Gewichte nach folgende Zusammensetzung der Gase:

Bestandtheile.	Brennstoffe.				
	Holz		Torf	Holzkohle	Cokes
	I	II			
Stickstoff	53,2	55,5	63,1	64,9	64,8
Kohlenstoff	34,5	21,2	22,4	34,1	33,8
Kohlensäure	11,6	22,0	14,0	0,8	1,3
Wasserstoff	0,7	1,3	0,5	0,2	0,1
Summa.	100	100	100	100	100

1) In neuester Zeit C_4 H_4 bezeichnet und Äthylen genannt.

Digitized by Google

Temperatur der Gase und Luftzutheilung.

§ 3. Die Temperaturstufen nun, nach denen sich alle die beschriebenen chemischen Vorgänge bilden, beginnen bei sämmtlichen Brennstoffen mit der Rothglühhitze, verlaufen aber in verschiedener Weise, so dass mit der höchsten Temperatur die Steinkohlengase, mit der niedrigsten gewöhnlich die Holzgase austreten. Im allgemeinen hängen diese Temperaturen von der Höhe der Füllschichten einerseits, andererseits von der Masse des chemisch oder mechanisch beigestellten Wassergehaltes der Brennstoffe ab. Letzterer wirkt stets abkühlend, und da der Wassergehalt des Holzes, wenn solcher nicht durch scharfe Trocknung auf ein Minimum gebracht ist, unter allen Brennstoffen als der höchste angenommen werden kann, so sind auch diese Gase von der niedrigsten Temperatur. Nahe daran grenzen die Gase des lufttrockenen Torfes und der lignitartigen Braunkohle.

Das Elaylgas, als der wichtigste Bestandtheil der Generatorgase, bildet sich aber in um so grösserer Menge, je trockner das Brennmaterial zur Verwendung gelangt; ferner wirkt hierbei maassgebend auch das richtige Quantum von Luft und dessen möglichst gleichmässige Vertheilung zum Rost. Durch einen Ueberschuss an Luft oder deren schlechte Vertheilung wird die Bildung von Kohlensäure begünstigt durch das Zuwenig wieder die des Elaylgases benachtheiligt.

Allgemeines über Generatoren.

§ 4. Als Brennmaterialien kommen hauptsächlich Holz, Torf, Braunkohle und Steinkohle in Frage [1]), und es sind die Einrichtungen der Generatoren je nach dem wesentlich verschieden. Die Dimensionen sind aber nach den besonderen physikalischen Eigenschaften genannter Brennstoffe anzuordnen und zwar die der Schütthöhen im Allgemeinen nach deren Aggregatszustand, Form und Grösse der Rostflächen nach der Reinheit derselben.

Bezüglich der Form kann man drei Gattungen von Rosten unterscheiden: Planroste, Pultroste und Treppenroste. Die Planroste eignen sich insbesondere für wenig schlackende und grossstückige Brennstoffe, denen man also eine bedeutende Schütthöhe geben kann. Hierher gehört Holz, gute böhmische Braunkohle und nicht backende Steinkohle bester Qualität. Pultroste werden angewandt bei mittelklaren Brennstoffen und mittleren Schütthöhen, hierher gehört z. B. die norddeutsche Braunkohle, ferner Sandkohle, Presstorf. Die Treppenroste endlich empfehlen sich vorzüglich

1) Ausnahmen bilden Holzkohle und Anthracit. Erstere kommt fast ausschliesslich in Schweden zur Anwendung für Generatoren.

Digitized by Google

für Anwendung klarer und auch leicht backender Brennstoffe, d. i. speciell für die niedrigsten Schütthöhen. Alle Sorten von Klarkohle bis nahe zur staubartigen Beschaffenheit, sowie Torfgrus, sind bei einer richtigen Construction des Treppenrostes vollkommen tauglich für den Generatorbetrieb.

Zu gleichem Zwecke wendet man da, wo der Generator mit Luftpressung arbeiten soll, auch das sogenannte Heizpult an. Es ist dies eine Thon- oder Eisenplatte von entsprechender Stärke, welche mit einer grosseu Anzahl feiner Oeffnungen versehen ist [1]).

Für die Roststäbe der Planroste eignet sich am meisten die gewöhnliche Fischbauchform. Während hier die Abnutzuug zuerst in der Mitte erfolgt, findet sie bei den Pultrosten mehr gleichmässig statt, weshalb für die Stäbe derselben die oblonge Form vorzuziehen ist. Auch ist diese für die Treppenroste die beste, obgleich ihre Dauer gegenüber denen der Plan- und Pultroste die geringste ist, allein Abweichungen von der oblongen Form zu Gunsten der Haltbarkeit sind im Interesse der gleichförmigen Beschüttung nicht statthaft. Verstärkungsrippen an der Feuerseite befördern nur eine frühere Durchbiegung und erschweren das Gradrichten ohne die Dauer wesentlich zu erhöhen.

Die obere Breite der Plan- und Pultroststäbe ist für alle Fälle auf 1 Zoll, bei einer Verjüngung nach unten auf $^5/_8$ Zoll anzunehmen, dagegen, um die Beschürung nicht zu sehr zu erschweren, die mittlere Höhe nicht über 5 Zoll.

Die Stäbe oder Platten der Treppenroste sind je nach der Natur des Brennstoffes $^3/_4$ bis $^5/_4$ Zoll stark zu machen. Ersteres Maas empfiehlt sich für alle Sorten von Klarkohle und Torfgrus, letzteres besonders für Steinkohle, die dazwischen liegenden Maasse für gewöhnliche Förderkohle oder Stücktorf. Die Breite der Stäbe richtet sich nach der Länge derselben und variirt zwischen 8 bis 12 Zoll, Längen über 3 Fuss sind unzweckmässig, wegen der zu raschen Durchbiegung.

Der freie Raum im Verhältniss zur Gesammtfläche ist bei Plan- und Pultrosten stets auf ein Drittel zu normiren, bei Treppenrosten dagegen, wegen der continuirlichen Aschenanhäufung, welche den Luftzutritt mehr oder minder absperrt auf

1) Vergl. unten Buchscheidner Schweissöfen mit Gasfeuerung.

Digitized by Google

1/2 bis 3/4, d. h. die freie Fläche würde 1/3 resp. 1/2 oder 3/4 der gesammten Rostfläche ausmachen. Letzteres Maass ist bei sehr aschen- und schlackenreichen Brennmaterial zu acceptiren.

Im Interesse einer zweckmässigen Beschürung und damit verbundenen guten, gleichförmigen Gasentwickelung ist es nie rathsam, selbst bei den reinsten Brennstoffen, das Maas von 20 Quadratfuss für die totale Rostfläche zu überschreiten, schon bei dieser Grösse wird es seine Schwierigkeiten haben, die genannten Bedingungen immer aufrecht zu erhalten.

Weiches Gusseisen empfiehlt sich für Generatorroste am meisten, es ist das widerstandsfähigste Material und kann man bei einiger Vorsicht durch Drücken oder succesives Belasten im rothwarmen Zustande solche krummgezogene Stäbe leicht mehrmals wieder gradrichten.

Bau der Generatoren.

§ 5. Eine der wichtigsten Regeln für die Anlage von Gasfeuerungen ist, das Gas bis zum Verbrennungsheerde möglichst in steigernder Tendenz zu erhalten, man beugt dadurch nicht allein den für den Betrieb so lästigen Condensationen in den Leitungen vor, sondern es wirken auch die Witterungsverhältnisse dann weniger störend auf den gleichförmigen Gang des Generators, ganz besonders des Zuggenerators. Speziell vortheilhaft für die Beschickung, die Dichtheit und Dauerhaftigkeit ist die unterirdische Lage desselben, womit man zugleich die theuern Verankerungen spart.

Das Mauerwerk eines Generators ist mit thunlichster Sorgfalt herzustellen. Bausteine sowohl als Bindematerial müssen möglichst frei sein von Alkalien und soll dieses für die inneren Begrenzungsflächen bis mindestens auf 1 Fuss Dicke, aus 1 Theil fetten guten Thons und 2 Theilen reinen scharfen Quarzsandes bestehen, beides innig gemengt und in syrupartiger Consistenz angemacht. Auf die Höhe der Glühschicht ist jeder Generator mit einem Futter von Chamottsteinen zu versehen, beim Betriebe mit Steinkohlen jedoch ist es, wegen der hohen Temperatur der Gase, zweckmässiger, den Generator durchaus inwendig mit Chamottsteinen zu verkleiden, sowie die Gewölbe desselben von solchen, wenn auch in etwas geringerer Qualität, herzustellen.

Es ist ferner ein exacter Fugenwechsel auf Kopf und Läufer unerlässlich und muss jeder Stein zuvor gut angenetzt und fest mit dem Hammer angesetzt werden. — Die äusseren Schichten mauert man besser in Kalk, und steht der Generator frei, so ist es rathsam, die Fugen mit Cement zu verstreichen. Putz ist

Digitized by Google

hier, wie bei allen Constructionstheilen einer Gasfeuerungsanlage, ohne Ausnahme nicht statthaft; alles Mauerwerk bleibt roh und ist nur mit besonderer Sorgfalt zu verkitten resp. zu verfugen.

Freistehende Theile, besonders soweit die Widerlager der Gewölbe reichen, sind entsprechend zu ankern; das totale Einkleiden in eiserne Platten kann ich jedoch, abgesehen von seiner Kostspieligkeit, deshalb nicht empfehlen, weil man die Risse, welche sich nach dem ersten Anfeuern stets mehr oder weniger bilden und wodurch Gelegenheit zum Eindringen der äusseren Luft geboten wird, nicht bemerken und ausbessern kann.

Die Schüttöffnung, deren Weite sich innerhalb der Grenzen 18 Zoll und 12 Zoll bewegen kann, muss dem oberen Generatorquerschnitt geometrisch ähnlich sein, d. h. ist letzterer quadratisch, so muss es ersterer auch sein, damit eine gleichförmige Beschüttung stattfinden kann; denn es ist einleuchtend, dass wenn man die Schüttöffnung für diesen Fall z. B. rund macht, die Ecken des Generators dünner beschüttet werden als die Seiten, was an diesen Stellen, die ohnehin stets schwächer bestrichen sind, ein Durchbrennen der Glühschicht leicht zur Folge hat.

Alle mechanischen Schüttvorrichtungen sind wegen des undichten Schlusses, und der öfters vorkommenden Hemmungen des Schiebers oder Ventils, durch das nachstürzende Brennmaterial nicht zweckmässig. In allen Fällen genügt die einfache Wasserzarche mit einem leicht gegossenen Deckel, wie sie in Figur 1 als Querschnitt dargestellt ist. Das Wasser überzieht sich sehr schnell mit einer dünnen Theerschicht, welche es lange Zeit vor Verdampfung schützt. Damit während des Schüttens dasselbe durch Brocken von Brennmaterial nicht verunreinigt werden kann, muss ein leichter Blechrahmen von der Breite *a b* jedesmal zuvor über die Zarche gestürzt werden.

Sogenannte Schüttcylinder, welche den Zweck haben, für den Gasabzugscanal einen neutralen Raum im Generator zu gewinnen, müssen, wenn die Construction einmal einen solchen bedingt, so kurz als möglich gehalten sein, sie sind sonst einer sehr raschen Zerstörung ausgesetzt.

Bei Schachtgeneratoren haben dieselben ausserdem dann einen Zweck, wenn man durch entsprechende Verlängerung oder Anschuhung die Schütthöhe des Brennmaterials verändert und so den Generator befähigt, Sorten von verschiedenem Aggregatszustande zu vergasen.

Digitized by Google

Beschürung.

§ 6. Den Rost und damit die Gasentwickelung fortwährend in regelmässiger Thätigkeit zu erhalten, ist die Hauptaufgabe des Schürers, und erfordert dies besonders bei stark schlackendem Brennmateriale durchaus eine längere Uebung und sorgfältige Beobachtung aller Einzelheiten. Ein geübter und aufmerksamer Schürer ist besonders in diesem Falle eine ganz schätzenswerthe Persönlichkeit und kann dem Hüttenbetriebe unendlich viele Nachtheile abwenden.

Vor allem weiss ein solcher auf den ersten Blick Stücke von grosser Unreinheit von den übrigen zu unterscheiden und wirft sie bei Seite. Torf ist in dieser Beziehung am schwierigsten zu sichten, da die Verunreinigungen lediglich durch Sand herbeigeführt werden, hier ist nur die grössere Schwere als Erkennungsmerkmal geboten. Bei Braun- und Steinkohle dagegen kommt hierzu im ersteren Falle noch das schwammige Aussehen, hervorgerufen durch erdige Bestandtheile und grossen Schwefelkiesgehalt, im letzteren der völlige Mangel an Glanz und das Durchsetztsein mit Quarz- und Schwefelkiesschichten. Seine Hauptstärke besteht aber in dem geschickten Sondiren mit der Schürstange nach Schlacke, diesem Erzfeinde aller Gasfeuerungen, und in dem Entfernen derselben ohne das Feuer wesentlich dabei zu stören.

Durch ein unzeitiges oder ungeschicktes Schüren entstehen die sogenannten „wilden“ Gase, das sind theils in der Entwickelung begriffene Kohlenwasserstoffe oder solche, welche durch das Eindringen von Luft bereits als verbrannt entweichen und es ist eine Thatsache, die ich aus vielfacher Erfahrung anführen kann, dass ein so gestörter Rost oft erst nach Verlauf von Stunden wieder regelmässig functionirt. Man ist in solchen Fällen nicht selten geneigt, der ganzen Anlage den Vorwurf schlechter Construction zu machen, oder der mit Eigenthümlichkeiten seiner Gasfeuerungsanlage oft selbst wenig bekannte Besitzer ist dann in dem Glauben befangen, sein Brennmaterial sei untauglich, während der Fehler lediglich in der schlechten Beschürung des Rostes zu suchen war.

Die Schlacken bilden sich theils auf dem Roste selbst, theils bauen sie sich nestartig an den Wänden und in den Ecken des Generators auf. Die letzteren sind die nachtheiligsten, und es kann bei grober Vernachlässigung besonders in schachtförmigen Generatoren zuletzt geschehen, dass sich der Rost durch ein förmliches Gerippe von Schlacken mit feinen Canalverzweigungen

Digitized by Google

nach und nach überwölbt, welches dann von dem nachstürzenden Brennmaterial plötzlich zusammengedrückt wird. Knallgasbildung und Explosionen sind die unmittelbare Folge hiervon.[1]) Immer aber findet solchenfalls durch das Eindringen der Luft in die erwähnten Schlackencanäle ein stellenweises Verbrennen der Gase theils schon im Generator, theils später in den Leitungskanälen statt, und schädigt damit den Betrieb als die Anlage selbst.

Scharfe Ecken begünstigen besonders den Schlackenbau, weshalb es zweckmässig ist, dieselben bis zur Höhe der Gluthschicht auf ca. 6 Zoll zu verbrechen.

Um nun die Schlacken der Wände beseitigen zu können, ist der Generator an entsprechenden Punkten mit luftdicht schliessenden Büchsen zu armiren oder wenigstens mit Spaltöffnungen zu versehen, durch die man mit der Schürstange bequem nach 2 Seiten hin sondiren kann, und welche alsdann wieder gut verschlossen oder verschmiert werden müssen. Die von oben zerstossenen Schlacken zieht der Schürer mit dem Haken zwischen den Rosten durch.

Die Schlacken, welche sich unmittelbar auf dem Roste ansetzen, erkennt man leicht daran, dass die betreffenden Stellen auffällig dunkler scheinen, sie werden erst mit einer schwächeren Stange vorsichtig zerstossen und dann ebenfalls so weit als thunlich stückweise, indem man von unten mit dem Haken zwischen die Roste fährt, herausgerissen.

Das Anhäufen der Asche unter dem Roste darf man von vornherein nicht gestatten, durch die derselben entweichende Hitze kann es sonst geschehen, dass sämmtliche Stäbe mit einem Male krumm werden und somit die Beschürung ausserordentlich schwer, wenn nicht unmöglich gemacht wird.

Absperrvorrichtungen.

§ 7. Jeder Generator ist mit einer dicht schliessenden Absperrvorrichtung zu versehen, welche zugleich eine sichere Regulirung des Gasstromes gestattet, sie ist in möglichster Nähe der Kanalmündung anzubringen. Die einfachste dieser Vorrichtung ist die gewöhnliche Drosselklappe. Fig. 2 als Längenschnitt und Fig. 3 als Stirnansicht stellt eine solche dar, *a a* ist

---

1) Knallgas, Explosionen. Versuche hierüber, in der Mitte der 1850er Jahre von Prof. Dr. Erdmann und Weber in Leipzig vorgenommen, ergaben, dass ein Gemisch von 1 Volumen Leuchtgas mit 2 Volumen Luft noch ruhig verbrannten· 1 Volumen Leuchtgas mit 4 Volumen Luft verbrannten schnell aber ohne Knall, Gemische im Verhältniss von 1 : 6 und 1 : 10 dagegen bereits mit starken Detonationen.

Digitized by Google

das Gehäuse, *b b* der ovale Flügel, *c c* Frictionsscheiben und *d* die Welle. Das Gehäuse ist doppelt conisch und der Flügel entsprechend zugeschärft, damit man durch Anziehen des Hebels *e* den dichten Schluss am Gehäuse besser bewirken kann; selbstverständlich ist eine exacte Montage, unbeschadet der leichten Drehbarkeit, Bedingung und wird der gasdichte Schluss trotzdem erst dann erfolgen, wenn sich die Klappe etwas vertheert hat.

Eine andere Regulirung bei sofort dichtem Schlusse ist durch das Ventil in Fig. 4 (Längenschnitt) und Fig. 5 (Grundriss) geboten. Dasselbe besteht aus einer oberen Zarche *a a* und einer unteren *b b*, welche durch die 4 Stützen *c c* fest verbunden sind. In dem oberen Deckel *d d* führt sich die abgedrehte Stange *f f* an der der Ventilteller *e e* drehbar aufgehangen ist. *f f* ist nämlich mit dem Ansatze *h* versehen und wird durch den mit 4 kleinen Kopfschrauben an *e e* befestigten schmiedeeissernen Ring *i i* gehalten. Durch die von Zoll zu Zoll angebrachten Bohrungen *g g* kann man mittelst eines Vorsteckers den Teller hoch und tief stellen und zwar ist letzterer genau so gross, dass man ihn aus dem gemauerten Gehäuse mit der Stange zusammen herausheben kann, ohne die Zarche *a a* entfernen zu müssen. *k k* sind 2 Handhaben und *l* der Theersammler.

Der hermetische Schluss in den Zarchen wird durch feinen Sand vollkommen erreicht, in die untere braucht man nur soviel zu geben, dass sich der Tellerrand auf Fingerhöhe eindrückt.

Dieses Absperrventil braucht selbst unter ungünstigen Verhältnissen erst nach Monaten einmal gereinigt zu werden und ist dann für diesen Zweck leicht zugänglich. An Stelle der Zugstange *f f* eine Schraubenspindel anzuwenden, vertheuert den Apparat wesentlich ohne besondere Vortheile zu bringen, es kommt dabei auch häufig vor, dass sich die Schraube durch den Staub und Theer in der Mutter so festfrisst, dass sie erst mit ziemlicher Gewalt wieder flott gemacht werden kann.

Einfache Schieber für die Gasabsperrung und Regulirung leiden durch die continuirliche Verstopfung in den Führungsfalzen an grossen Unzuträglichkeiten, auch ist der Schluss stets ein mangelhafter. Sie sind an dieser Stelle in keiner Weise zu empfehlen.

Gasleitung. § 8. Als allgemeine Regel für die Gasleitung gilt: möglichst grosser Querschnitt und kürzester Weg bei Vermeidung von Verengungen und scharfen Biegungen bis zum Eintritt in

Digitized by Google

den Ventilator oder in die Wechselklappe. [1]) Die Weite des Querschnittes von 18 Zoll nach Breite und Höhe ist reichlich genügend, unter 12 Zoll zu gehen aber, wegen der dann zu häufig eintretenden Theerverstopfungen, besonders bei schweren Gasen, nicht rathsam.

Die Canalsohle oder eventuell das Leitungsrohr ist, je nachdem es die Terrainverhältnisse gestatten, in möglichst steilem Gefälle anzulegen und am Endpunkte ein Theerfang mit darüber liegendem Verschluss, einzuschalten. Der Deckel dieses Verschlusses dient zugleich als Sicherheitsventil bei vorkommenden Explosionen und darf deshalb nie belastet werden.

Bei continuirlicher Steigung ist der einfache Verschluss ohne Theerfang am Ende der Leitung anzubringen, ist man aber durch örtliche Verhältnisse gezwungen, den Kanal von Fall auf Steigung übergehen zu lassen, so ist die Bruchstelle gleichfalls mit Theerfang und Verschluss zu versehen. Ein solcher ist übrigens überall im Interesse der bequemen Reinigung noch dazwischen zu legen, wenn die Leitung eine Länge von 20 Fuss überschreitet.

§ 9. Die Wahl des Ortes für Anlage eines Generators ist keineswegs gleichgiltig. Wenn es auch der grösseren Reinlichkeit wegen vorzuziehen ist, denselben ausserhalb der Hüttengebäude zu situiren, so muss man doch wesentlich darauf Bedacht nehmen, und dies gilt besonders für Zuggeneratoren, ihm eine von Winden geschützte Stelle anzuweisen. Die directe Lage gegen Westen ist deshalb für unsere Witterungsverhältnisse die ungünstigste, jede heftige Luftströmung gegen die offene Rostfläche macht sich sofort auf dem Verbrennungsherde durch ein Schwanken und Trüben der Flamme bemerklich, was bei grosser Heftigkeit selbst zu empfindlichen Betriebsstörungen führen kann. Solchenfalls ist, besonders wenn die Terrainverhältnisse die Anlage einer Grube nicht gestatten, ein geschlossener Raum für den Generator unerlässlich. Situation für Generatoren.

Die Schürgrube muss, wenn eine solche vorhanden, geräumig sein und einen bequemen Transport der Asche gestatten, ihre Länge wenigstens gleich sein der doppelten Tiefe, und ihre Breite gleich der Breite des Rostes, plus 6 Zoll zu jeder Seite. Für Anlage mehrerer Generatoren ist eine gemeinschaftliche Schürgrube selbstredend das Vortheilhafteste.

Die Gaskanäle sind unter allen Umständen gut vor Feuch-

1) Siehe Regenerativöfen.

Digitized by Google

tigkeit zu schützen, damit das Gas nicht durch Wasserdämpfe von aussen etwa geschwängert wird, ebenso ist darauf zu achten, dass der Generator nicht von der Dachtraufe bespült werden kann.

Ganz besonders wichtig für den Gasbetrieb ist ferner die Verwendung von mindestens lufttrockenen Brennmaterial [1]), es ist daher vor Anlage einer Gasfeuerung, zumal während der Wintermonate, Sorge für entsprechende Räumlichkeiten zu treffen, die in möglichster Nähe des Objectes gelegen sein müssen.

Schürwerkzeuge und Utensilien.

§ 10. An Schürwerkzeugen sind erforderlich für Plan- und Pultroste ein Haken von der Form einer breiten Messerklinge, welche lang genug ist, dass man von unten zwischen die Stäbe damit hindurch fahren kann, eine runde Stange von ca. 1 Zoll Durchmesser mit meiselartiger Zuschärfung zum Abstossen der Schlacken, und eine dergleichen schwächere von ca. $^5/_8$ Zoll Durchmesser. Sämmtliche Werkzeuge müssen unten gut verstählt und oben mit einen Handgriff versehen sein, nach jedesmaligem Gebrauche aber in Wasser abgekühlt werden. Zum Aufschütten des Brennmaterials vier bis sechs hölzerne, gutbeschlagene Kübel, welche 50 bis 60 Pfund fassen und nach jedesmaliger Entleerung frisch gefüllt werden. Für Holz und Torf eignen sich besser grosse Körbe oder Schwingen.

Wasserzuleitung.

§ 10a. Es ist eine längst bekannte Thatsache, dass der Effect eines Heizobjectes erhöht werden kann, sobald man unter den Rost Wasser zuleitet, dergestalt, dass dasselbe, indem es in Dampfform die Glühschicht durchdringt, eine Zersetzung erleidet. Von ganz besonderem Vortheile ist aber diese Manipulation auf Generatoren angewandt, da die Glühschicht hier gegenüber dem directen Feuer eine in der Regel ungleich höhere und fortwährend constante ist, wodurch weit eher eine totale Zersetzung der Wasserdämpfe zur Perfection gelangt. Herr W. Siemens äussert sich hierüber folgendermassen: „Jeder Kubikfuss Dampf zersetzt sich, durch die 2—3 Fuss dicke Schicht weissglühenden Brennmaterials dringend, zu einer Mischung von 1 Kubikfuss Wasserstoff und nahezu einem gleichen Volumen von Kohlenoxyd mit einer veränderlichen, aber geringen Menge von Kohlensäure. So liefert ein Kubikfuss Dampf so viel brennbares Gas, als 5 Kubikfuss atmosphärischer Luft; aber der eine Vorgang ist abhängig von dem andern, insofern, als der Durchgang der Luft durch das Feuer mit Wärmeentwickelung verbunden ist, und wiederum die

1) Siehe oben.

Digitized by Google

Entwickelung der Wassergase so gut wie die der Kohlenwasserstoffe befördert wird durch die Steigerung der Wärme. Die Dampfentwickelung aus dem Wasser regulirt sich von selbst nach Bedürfniss, da sie von der Höhe der Temperatur im Brennmaterial abhängig ist. Die totale Production von brennbaren Gasen variirt also mit der Stärke des Luftstromes. Da der Eintritt der Luft durch den Rost seinerseits wieder abhängig ist von dem Zug der im Generator entwickelten Gase, so kann die Entwicklung der Gase vollständig nach dem Bedürfniss derselben regulirt werden."

Es giebt Orte, wo es wünschenswerth oder nothwendig ist, für den Betrieb die als Nebenproduct gewonnenen Coake als Brennmaterial im Generator mit zu verwenden, z. B. bei Fabriken mit eigner Leuchtgasbereitung. Hier ist es von doppelter Wichtigkeit, unter die Generatorrosten Wasser zu leiten, da die Coake allein nur grösstentheils Kohlenoxydgas produciren, was für den Verbrennungsherd relativ nicht ausgiebig genug ist. Die Wasserzersetzung wird aber in der hohen Temperatur des Coaksfeuers am vollkommensten vor sich gehen.

Zweites Kapitel.

Arten der Generatoren.

Generatoren mit und ohne Pressung.

§ 11. Generatoren welche mit gepresster Luft arbeiten, erhalten dieselbe mittels einer oder mehrerer Düsen entweder durch den Aschenfall, wenn ein Rost vorhanden, oder direct in die Glühschicht geleitet, wenn anstatt des Rostes eine Platte [1]) angewandt ist. Es ist hierbei die Hauptaufgabe, den Windstrom so zu reguliren, dass die Gasentwickelung immer normal bleibt, dass besonders die Pressung nicht eine Höhe erreicht, durch welche bereits im Generator selbst ein Theil der Gase zur Verbrennung gelangt. Der Druck ist je nach der Schichthöhe des Brennmaterials und der erforderlichen Gasproduction zu bemessen und schwankt danach zwischen 2 bis 10 Linien Quecksilbersäule.

Es finden diese Generatoren besonders Anwendung bei directer Gasfeuerung mit hoher Temperatur, wo unter Bedarf

---

1) Fig. 6 u. 7 auf Tafel 1.

Digitized by Google

eines grossen Quantums von Gas der Ventilator dem Verbrennungsheerd in der Regel gleichzeitig die erhitzte Luft zuführt.

Die Zuggeneratoren arbeiten entweder mit oder ohne Schornstein. Im letzteren Falle muss das Gas selbstverständlich bis zum Verbrennungsherd fortwährend eine steigende Richtung behalten. Bei directer Gasfeuerung; sei es nun, dass dieselbe mit oder ohne Schornstein betrieben wird, sind hohe Hitzgrade nicht zu erzielen, wenn die Verbrennung nicht durch heissen Wind gleichzeitig effectuirt wird. Hauptsächliche Verwendung finden die Zuggeneratoren bei Erzielung der höchsten Temperaturen gegenwärtig in der regenerativen Gasfeuerung.

Während übrigens diese weit weniger Schwierigkeiten in der Bedienung darbieten, so muss man doch den Generatoren mit Pressung den Vorzug zuerkennen, dass die Witterungsverhältnisse auf sie fast keinen Einfluss üben, und dass sie in Folge dessen auch nahezu immer ein gleiches Quantum Gas schaffen, während die Zuggeneratoren in dieser Beziehung Schwankungen ausgesetzt sind.

Generatoren für Steinkohlen, mit Pressung.

§ 12. Ein Generator für Anthracit und Sandkohle mit Gebläse nach Schinz ist in Fig. 6 (Schnitt CD) und Fig. 7 (Schnitt AB) dargestellt. Derselbe enthält an Stelle des Rostes die Platte *m*, welche erforderlichenfalls durch die Schürfalle *d* ausgewechselt werden kann. *b b* ist das Hauptrohr der Windleitung, welches sich in *c c* verzweigt und die 8 Düsen *a a* speisst, *e* ist ein Schieber zur Regulirung des Windes, *h* der Schlitz zum Aufbrechen der Schlacken, *n* Putzloch für den Gascanal *g*, *f f* der Füllraum und *k k* der Verschluss.

Fig. 8 (Schnitt CD), Fig. 9 (Schnitt AB) und Fig. 10 veranschaulichen einen Generator mit Pultrost und Pressung ebenfalls nach Schinz, derselbe ist mit Backkohle oder Steinkohlengrus zu betreiben. Die Windleitung tritt hier in *a* und *a'* ein, bei dicht verschlossenem Aschenfalle, wie dies immer geschehen muss, um keinen Verlust an Spannung zu erleiden. *d d* sind die Gaskanäle, *e* der Schüttcylinder, welcher für dieses Brennmaterial eine Schütthöhe von durchschnittlich nur $1^1/_2$ Fuss gestattet. *b b* die Schürfallen zum Ausräumen von Asche und Schlacken, welche letztere durch die Schlitze *c c* aufgebrochen werden können. Dieser Generator wird bei lebhaftem Betriebe eine allstündliche Beschickung erfordern.

Zuggenerator für Holz.

§ 13. In Fig. 11 (Grundriss) und Fig. 12 (Längendurchschnitt) ist ein Zuggenerator für Holz und Holzabfälle dargestellt.

Digitized by Google

A Füllraum, *a a* . . . Luft- und Schürlöcher *c c* der getheilte Gaskanal. Das Holz muss in möglichst zerkleinertem Zustande aufgegeben werden, keinesfalls länger als 6 Zoll. Zur Erzeugung eines continuirlichen Gasstromes ist es nöthig das Scheitholz zur Hälfte mit Sägespähnen, Tannzapfen u. s. w. zu mengen.

Zuggenerator für Braunkohle.

§ 14. Als vortheilhaft für grosstückige Braunkohle, Torf und Lignite, empfiehlt sich der Generator nach Fig. 13 (Längenschnitt) und Fig. 14 (Grundriss). *c c* Ausschlackbüchsen. *b* viereckiger Schüttcylinder. Die Dichtungen zwischen Deckplatte *a a* und Schüttcylinder müssen gut mit sogenanntem Eisenkitt [1]) hergestellt werden. *f.* Gascanal, *m* Reinigungsöffnung für denselben und *l* eine eingemauerte Stange zum Auflegen der Werkzeuge beim Schüren.

Generator mit Treppenrost.

§ 15. Ein Generator mit Treppenrost ist in Figur 15 und Fig. 16 dargestellt. *a* ist der Schüttsteg durch einen Bogen zu entlasten, dessen Wölbscheibe auf dem Träger *b* ruht. Dieser ist der empfindlichste Theil des Ofens und besonders bei Steinkohlenbetrieb, wo der Generator dunkelroth wird, einer frühzeitigen Abnutzung ausgesetzt. Es ist deshalb in diesem Falle angezeigt, ihn mit der äusseren Luft oder am besten mit fliessendem Wasser communiciren zu lassen, wozu sich ein röhrenförmiger Querschnitt, zugleich als solcher der grössten Tragfähigkeit gut eignet. Den Abschluss nach unten bildet der aus schmiedeeisernen Hakenstäben bestehende Planrost *d*, und ist man durch kurzes Hin- und Herrücken der Stäbe leicht in der Lage sowohl die Asche als losgestossenen Schlacken aus dem Generator zu entfernen. *g* Büchsen zum Ausschlacken und *h.* Gaskanal.

Dieser Generator ist sowohl für Steinkohle, als auch Braunkohle und Torf aller Gattungen und besonders im klaren Zustande, jedoch unter den auf Seite 5 gemachten Voraussetzungen vorzüglich anwendbar. Es handelt sich bei der Anlage mit Rücksicht darauf vor Allem aber um die richtige Bestimmung der Passage *x y* (Fig. 15); denn ist dieselbe zu weit, so findet ein fortwährendes Ueberschütten und damit eine Hemmung der Gasentwickelung statt, ist sie zu eng, so wird die Destillationsschicht zu niedrig und producirt wilde Gase. Hauptsächlich

1) Dieser Eisenkitt wird bereitet aus 4 Theilen Bohrspähnen, 1 Theil gestossenem Schwefel bis zur Stecknadelkopfgrösse, und $^1/_2$ Theil Salmiak. Mit Essig zu einen dicken Brei angerührt, erfolgt eine bedeutende Wärmeentbindung. In diesem Zustande muss er verbraucht werden und bildet nach dem Trocknen eine beinahe eisenfeste Masse.

Digitized by Google

maassgebend ist hierin der Feinheitszustand des Brennstoffes. Am kleinsten und zwar 10—12 Zoll, ist *xy* zu machen für Braun- und Steinkohlengrus, für Knorpelkohle 14—15 Zoll und für gröbere Kohlensorten 18—24 Zoll. Um das absolut günstigste Maas für einen speciellen Fall zu erzielen, würde eine empirische Bestimmung erforderlich sein, und zwar ist diese so auszuführen, dass man dicht hinter den Schüttsteg *a* einen Blechschieber gleich der lichten Breite des Generators anbringt, der an 2 Stangen von oben aus dirigirt werden kann. Derselbe wird so lange eingestellt bis man die Ueberzeugung gewonnen hat, für die Passage *xy* das günstigste Maas gefunden zu haben. Der Stand des Schiebers wird hierauf markirt und danach die Wölbscheibe mit dem Träger *b* hinterher eingemauert.

Für schachtförmige Generatoren ist dieses Experiment schwieriger auszuführen; es ist dann an Stelle des Schiebers ein verschiebbarer Schüttcylinder zu substituiren, dessen Führungsstange durch den Verschlussdeckel geht, wodurch eine höhere oder niedere Schüttung wohl beobachtet werden kann. Es sind aber ganz besondere Vorsichtsmaassregeln zu treffen, wenn man nach einer frischen Füllung die vorher innegehabte Position wieder einnehmen will.

Die durch die Platte *l* dargestellte schiefe Ebene wirkt gleichsam als Vorheitzung für die nachfolgende Destillation auf dem Roste, und muss ebenso wie der Treppenrost unter 50 bis 60°, als dem natürlichen Fallwinkel des Brennmaterials von mittlerer Feinheit, aufgestellt werden.

Communicirende Generatoren für Backkohle

§ 16. Eine Reihe von 3 zusammenhängenden Generatoren mit Pultrosten zeigt Fig. 17 (Schnitt AB) und Fig. 18 (Grundriss). Dieselben sind speciell geeignet für Klarkohle und entsenden ihr Gas nach einem gemeinschaftlichen Sammelrohre *b* von starkem Blech ($^1/_8$—$^3/_{16}$″), *aaa* sind die Communicationsrohre, von denen jedes mit einer Drosselklappe *c* armirt ist. *ddd* sind die Schüttöffnungen, *ee* die eisernen Platten, auf welche die Communicationsrohre festgeschraubt sind; das Sammelrohr *b* ist an einem Ende mit Mannloch zu versehen, desgleichen über jedem Communicationsrohre mit einem kleineren, zum Reinigen der Drosselklappe.

Die Gasleitung ist eigenthümlichen örtlichen Verhältnissen angepasst, und besonders auch dem Falle, wo man genöthigt ist, das Gas vor seiner Verwendung abzukühlen. —

Digitized by Google

§ 17. Fig. 19 (Schnitt FG), Fig. 20 (Schnitt CE) und Fig. 21 (Schnitt AB), endlich veranschaulicht einen von Siemens construirten Generator mit Windpressung und Regeneration. Derselbe strebt die Verwerthung von Klarkohle im rationellsten Sinne an, nämlich Production eines billigen, abgekühlten Gases unter gleichzeitiger Darstellung von Cokes. Er besteht zunächst in einem trichterförmigen Raume *m* zur Aufnahme der Kohle, welche in 2 Schachtöffnungen *b b* mit den respectiven Füllapparaten *a* aufgeschüttet wird. — Durch die Schlitzöffnungen *g* und *g'* communicirt er mit den Kanälen *l* und *l'*. *cc* ist eine Wechselklappe [1]) deren Flügel so einsteht, dass der von *e e* kommende Luftstrom seinen Weg nach rechts durch den Regenerator [2]) *h'* und von da weiter durch *l'*, *g'* nehmend, den Kohlentrichter *m* durchdringt und da die Verbrennung bewirkt. Die entwickelten Gase werden durch *g* und *l* abgesogen, passiren den linken Regenerator *h*, die Wechselklappe *c* von der entgegengesetzten Seite, und gelangen schliesslich durch den Schlot *d* an den Ort ihrer Verwendung. Es wird also zunächst der Regenerator *h* die den Gasen innewohnende Temperatur aufnehmen, welche alsdann beim Umwechseln der Klappe dem neuen Luftstrome zu Gute kommt; denn es erfolgt in diesem Falle genau das entgegengesetzte Manöver. Dadurch aber, dass der neue Luftstrom im erhitzten Zustande zur Wirkung gelangt, tritt nothwendig auch eine intensivere Gasentwickelung ein, und die Gase erhitzen nun mit einem gewissen plus den Regenerator *h'*.

Siemen'scher Steinkohlengenerator mit Pressung.

Dieser Kreislauf lässt sich also kurz in folgenden Worten zusammenfassen: der eine Regenerator wird erhitzt von den abgehenden Gasen, und der in entgegengesetzter Richtung ankommende Luftstrom absorbirt einen Theil der vorher abgegebenen Hitze des andern Regenerators, diese wird aber jedesmal wieder ersetzt resp. erhöht beim eintretenden Wechsel.

Der Trichter *m* ist mit einem Blechgefässe *k k* ausgerüstet, das fortwährend mit Wasser gespeist wird und auf solche Weise den hermetischen Verschluss von unten bildet, die destillirte Kohle also, indem sie sich sofort abschreckt, vollkommen in Cokes verwandelt. Letzterer muss in gewissen Zeiträumen mit einer Krücke abgezogen werden. Das Abstossen der Schlacken

1) Siehe Seite 27.
2) Siehe Seite 26.

Digitized by Google

erfolgt durch die Schlitze *n n*, *f* ist die Regulirung für die Windpressung.

Das Anzünden der Kohle geschieht von oben, und ist der eine Regenerator auf eine höhere Temperatur gebracht, so wechselt man etwa von Viertel zu Viertelstunde. Die Gase werden durch die continuirliche und offenbar ziemlich intensive Wasserverdampfung etwas verdünnt, denn eine vollkommene Zersetzung des letzteren dürfte wohl kaum eintreten. Auch können die Cokes, welche durch das Abschrecken sofort in kleine Stücke zerfallen, sowie wegen der unvermeidlich beigemengten Asche, nur von geringer Qualität sein; nichtsdestoweniger ist diese Construction eine ausserordentlich sinnreiche zu nennen, und dürfte bei weiterer Ausbildung selbst befähigt sein, die Gasretortenöfen zu ersetzen.

Practisch ausgeführt und mit bestem Erfolg mehrfach thätig ist dieser Generator übrigens auf den Crown Tube Works der Herren James Russel & Sons, Wednesbury und zwar werden daselbst eine Anzahl Regenerativ-Schweissöfen zur Fabrikation schmiedeiserner Röhren damit betrieben.

Drittes Kapitel.

Verbrennungsheerd der Gase.

Allgemeines.

§ 18. Kohlenstoff zu Kohlensäure verbrannt, entwickelt eine Temperatur von 2139°, dagegen zu Kohlenoxydgas verbrannt nur eine solche von 835°, vorausgesetzt, dass genau das Quantum Luft zugelassen wird, was zur Verbrennung erforderlich ist.

Mit Rücksicht hierauf ztellt Schinz folgende Maximaleffecte zusammen; es leistet:

wasserfreies Holz . .	2136°
wasserfreier Torf . .	2258°
wasserfreie Braunkohle	2363°
Steinkohle	2488°
Cokes	2479°
Anthracit	2514°

Wassergehalt der Brennstoffe drückt diesen pyrometrischen Effect herab, sobald keine chemische Zersetzung desselben ein-

Digitized by Google

tritt [1]), ein gleiches geschieht dann, wenn das richtige Maas der Verbrennungsluft nicht eingehalten wird. Bei directer Feuerung ist dieses Maas gewöhnlich im Ueberschuss und zwar doppelt so gross als erforderlich, woher es kommt, dass der Heizeffect der Brennstoffe in den bei weiten meisten Fällen auf die Hälfte reducirt ist.

Weit günstiger gestaltet sich dieser Umstand bei der Gasfeuerung, wo man sich immer in der Lage befindet, den Strom der Verbrennungsluft genau nach Erforderniss zu reguliren. Der grösstmöglichste Effect wird aber um so sicherer erzielt, je inniger die Mischung im Verbrennungsmomente vor sich geht.

Abgesehen davon, dies durch eine zweckmässige Construction zu erreichen, steigert sich die Wirkung mit der Temperaturhöhe des Luftstromes an und für sich; die Verbindung des Sauerstoffs mit dem Kohlenstoff erfolgt nämlich energischer und es kann in Folge dessen auch um so weniger des letzteren verloren gehen. Für Erreichung der höchsten Temperaturen mittels Gasfeuerung ist eine Erhitzung der Verbrennungsluft geradezu unerlässlich, ohne solche ist schon die Hellrothgluth schwer zu treffen. Zu dieser Erhitzung benutzt man die abgehende Flamme, indem man bei der directen Gasfeuerung das Luftrohr getheilt oder schlangenförmig das Ende des Verbrennungsheerdes durchkreuzen lässt und dann wieder vereinigt dem Verbrennungsorte auf kürzestem Wege zuführt [2]).

Gas-Verbrennungsapparate für directe Gasfeuerung.

§ 19. Die Apparate zum Zwecke der Mischung von Luft und Gas sind von verschiedener Einrichtung, im Prinzipe stimmen sie aber am häufigsten darin überein, dass beide Körper durch concentrisch sich umschliesende Düsen zur Wirkung gebracht werden [3]). Fig. 22 (Längenschnitt) und Fig. 23 (mittlerer Querschnitt) zeigen einen derartigen Apparat. Es ist darin *a a* das Gaszuleitungsrohr, welches in 7 weiteren Oeffnungen *b b* die blechernen Luftdüsen *c c* concentrisch aufnimmt. Letztere werden durch das Rohr *d* gespeist, nachdem dasselbe zuvor in ein Druck-

1) Daher wieder Verwendung des Brennmaterials in möglichst trocknem Zustande, denn die Zersetzung der Wasserdämpfe zu Wasserstoff und Sauerstoff ist, selbst bei sehr hohen Temperaturgraden, problematisch und im Allgemeinen schwer constant zu erhalten. — Durch Anlage von Condensatoren würde man natürlich auch sehr feuchte Gase schliesslich nutzbar machen können

2) Veranschaulicht beim Schweiss- und Schmelzprozess mit directer Gasfeuerung.

3) Bildet Generator nnd Gasofen ein unmittelbar zusammenhängendes Ganze, so umspült der Gasstrom den Luftdüsenapparat frei, oder beide Ströme durchkreuzen sich an einem gewissen Punkte des Fuchses. Siehe z. B. unten Buchscheidner Schweissofen.

Digitized by Google

reservoir *ll* ausmündet, die vollständige Entwickelung der Flamme geht im Fuchse *f* vor sich.

Eine grosse Unannehmlichkeit, welche dieser Apparat übrigens mit allen andern dergleichen, mehr oder minder theilt, ist die der raschen Abnutzung, ein Umstand, der ihre Anwendung auch ziemlich kostspielig macht, besonders bei Hütten, die sich mit Herstellung der einzelnen Theile nicht selbst befassen können. Dasselbe gilt auch vom Lufterhitzungsapparat.

Einfacher ist der in Figg. 24 und 25 (Längen- und Querschnitt) dargestellte Apparat, wie er bei den k. k. Hüttenwerken in Tyrol und Salzburg angewandt wurde [1]). *a* ist Gasrohr, *b* Windrohr, *c* eiserne Ansteckdüse durch 2 Bänder an *b* befestigt, *d* Oeffnung des Gasrohres, *e* Fuchs, *f* Heerd, *g* vordere, *g'* hintere Ofenplatte, *i* Verbindung zur Gas- *k* die zur Windleitung. b kann um seine Axe zwischen den Flanchen *m* und *n* gedreht werden, um der Flamme einen beliebigen Neigungswinkel gegen den Herd zu geben, und ist auf 2 Sätteln innerhalb *a* so zu lagern, dass dem Eintritt des Gases dadurch kein wesentliches Hinderniss erwächst.

Es besteht im Interesse der Dauerbarkeit dieser Constructionstheile bei Gasflammenöfen im Allgemeinen die Regel: grössere Gaspressung, gepressteren Wind, längere Feuerbrücke, längeren Heerd, kleineren Gasquerschnitt, kleinere Windzuführungsquerschnitte und umgekehrt.

Die angeführten Constructionen eignen sich nur für eine nach horizontaler Richtung gehende Flamme; soll dieselbe in niedersteigender Tendenz von der Mitte des Heerdes aus wirken, so würde eine Anordnung zu treffen sein, wie sie Fig. 26 zeigt. *b* ist das Luft-, *a* das Gasrohr, welches dadurch, dass es ersteres um 12 bis 15 Zoll überragt, dann zugleich den Mischungsraum oder Fuchs bildet, die Entwickelung der Flamme wird auch durch die obere Ver engung begünstigt. Beide Röhren sind, soweit sie in den Heerd hineinreichen, von Chamott, *a* etwa 3, *b* 1½ Zoll stark anzufertigen.

Bezüglich der Grösse der Gas- und Luftquerschnitte ist ein bestimmtes Verhältniss hier deshalb nicht anzuführen, weil die Dimensionen in jedem Falle nach der Stärke der Pressung, also der Ausströmungsgeschwindigkeit, anzuordnen sind. Bei gleicher Druckhöhe von beiden Seiten, muss man jedenfalls danach trachten, die Querschnitte möglichst annähernd gleich zu machan, unter

---

1) Zerrener, Einführung etc. der metallurgischen Gasfeuerung im Kaiserthume Oesterreich. Wien 1856.

Digitized by Google

keinen Umständen darf aber dann der Luftquerschnitt kleiner sein als der des Gases. Beide Leitungen müssen übrigens stets mit dicht schliessenden Regulirungen versehen sein. Der weit geringere Widerstand, dem der heisse (Verbrennungs- auch Ober-) Wind entgegensteht, macht es, dass derselbe in der Regel nur die halbe Pressung des kalten (Unter-) Windes nöthig hat.

Regenerative Gasfeuerung. Prinzip.

§ 20. Wenn bei der directen Gasfeuerung die abgehende Flamme ebenso wie bei der regenerativen zum Vorheizen der Verbrennungsluft Verwendung findet, so ist doch ihre vollständige Ausnutzung dadurch bei der ersteren nicht erreicht und dient noch, wenn dies geschehen soll, zu Zwecken der Vorwärmung oder Kesselheizung. Die Eigenthümlichkeit der letzteren besteht dagegen vor Allem darin, dass der gesammte Wärmeeffect an den Verbrennungsort gebunden bleibt und ausschliesslich dazu dient, sowohl den Luft- als auch den Gasstrom zu erhitzen. Demnächst bietet sie aber vor der directen Gasfeuerung den wesentlichen Vortheil gänzlicher Unabhängigkeit von motorischen Kräften; das belebende Princip ist hier in allen Fällen der Schornstein.

Die leitende Idee der Regeneration ist zunächst die Herstellung von Wärmemagazinen mit einer möglichst grossen absorbirenden Oberfläche, Regeneratoren (Wiederbeleber) genannt, und es wurde diese von Ericsson ausgehende, bei dessen calorischer Maschine zuerst in Anwendung gebrachte Idee, von Friedrich Siemens für die Zwecke der Gasfeuerung nutzbar gemacht. So verschwindend die Erfolge der Regeneration in ihrer Anwendung auf die calorische Maschine waren, um so bedeutender waren sie in der Gasfeuerung, und der Boden, den dieses Regenerativsystem nach seinem kurzen Bestehen in der Hüttenindustrie gewonnen hat, lässt sie in der That als eine „Feuerung der Zukunft" erscheinen.

Die hohe Bedeutung, zu welcher die regenerative Gasfeuerung besonders auch im volkswirthschaftlichen Sinne gelangt ist, documentirt sich am prägnantesten in den Worten des Präsidenten der „Britischen Gesellschaft", William Armstrong, welche derselbe bei Gelegenheit einer Sitzung dieser grossen industriellen Körperschaft zu Newcastle äusserte. Er sagt u. A.:

„Die ganze Menge verwerthbarer Kohle, welche in diesem Lande vorhanden ist, beläuft sich nach Berechnung auf 80,000 Millionen Tonnen, welche bei der jetzigen Ausdehnung des Verbrauchs in 930 Jahren aufgezehrt sein würden; aber bei einem

Digitized by Google

fortwährenden jährlichen Mehrverbrauch von 2½ Millionen Tonnen würden sie noch 212 Jahre hinreichen.

„Wenn wir alle Kohle, die wir verbrennen, vollständig auswertheten, so könnte uns wegen dieser enormen Quantität kein Vorwurf gemacht werden; aber wo wir sie auch verwenden, gehen wir damit in verschwenderischer und unvortheilhafter Weise um.

„Die Nachforschungen der letzten Jahre haben die Thatsache ergeben, dass die mittlere Quantität Kohle, welche wir verbrennen, um mittels einer Dampfmaschine einen gegebenen Effect zu erzielen, ungefähr 3 Mal grösser ist, als für eine die Wärme in absoluter Vollkommenheit ausnutzende Maschine.

„Ich habe bisher von den Kohlen nur als von einer Quelle mechanischer Kraft gesprochen; aber sie findet auch eine ausgedehnte Anwendung, um jene Cohäsionskräfte zu vermindern oder zu zerstören, welche unsern Anstrengungen, festen Körpern neue Form zu geben, Widerstand entgegensetzen. Bei diesen Anwendungen, welche gemeinhin metallurgischer Natur sind, ist überall dieselbe Verschwendung an Brennmaterial zu beobachten.

„In einem gewöhnlichen Ofen zum Schmelzen oder Erweichen fester Stoffe ist allein der Ueberschuss der Verbrennungshitze über die Wärme der erhitzten Stoffe für die beabsichtigten Zwecke nutzbar gemacht. Der übrige Theil der Hitze, welcher in vielen Fällen bei weitem die grössere Hälfte ausmacht, entweicht nutzlos in den Schornstein. Die Verbrennung ist also in gewöhnlichen Oefen so unvollkommen, dass Wolken von Kohlenstaub in der Form von Rauch unsere Fabrikstädte einhüllen und Gase, welche im Feuer vollständig oxidirt sein sollten, mit ⅔ ihrer unentwickelten Heizkraft in die Luft entweichen.

„Was den Rauch betrifft, der nicht nur eine Verschwendung, sondern auch schädlich ist, so habe ich mit den Herren Dr. Richardson und Longridge in dieser Nachbarschaft vom Jahre 1857 bis 1858 eine Reihe von Experimenten angestellt und kann die feste Versicherung geben, dass die Rauchbildung zu umgehen und nicht zu entschuldigen ist.

„Bei dieser Lage der Dinge sind die Regenerativ-Gas-Oefen welche neuerdings von den Herren C. W. & Friedr. Siemens eingeführt worden sind, als eine Hilfe anzusehen u. s. w.“

Soll die Hitze der abgehenden Flamme sowohl dem Luft- als neu ankommenden Gasstrome unmittelbar nutzbar werden, so ist es klar, dass letztere genau den Weg nehmen müssen, den erstere im entgegengesetzten Sinne machte und so wieder

Digitized by Google

umgekehrt. Daraus folgt eo ipso, dass ein Regenerativofen aus 2 symmetrischen Hälften bestehen muss, deren Axe durch den Wendemechanismus oder Klappenapparat geht. Jede dieser Hälften besteht aus einem Luft- und einem Gasregenerator, welche je in einem gemeinschaftlichen Ausgangspunkte, dem Fuchse, oberhalb ihre Vereinigung finden. Der Hauptsache nach ist ein solcher Regenerator ein viereckiger Kasten von feuerfesten Steinen, der mit ebensolchen in netzförmiger Art und Weise ausgesetzt ist.

Beide Luftregeneratoren sind aber für sich in einer Wechselklappe, der Luftklappe, und die Gasregeneratoren in einer ebensolchen, der Gasklappe unterhalb vereinigt. Diese Klappen bestehen aus gusseisernen Gehäusen mit 4 Passagen, in denen ein Flügel oder Hahnkörper allemal je 2 der Passagen des Ofens entsprechend in Verbindung setzt, wie wir sogleich sehen werden.

Construction im Allgemeinen.

§ 21. Fig. 27 veranschaulicht das Regenerativsystem im Allgemeinen als Grundrissdurchschnitt. Es sind darin $h\,h$ die Luft- $h'\,h'$ die Gasregeneratoren, a die Luft- a' die Gaswechselklappe, c der Gaszuleitungskanal, b Saugöffnung zur Verbrennungsluft, d Schornsteinöffnung. Nach der Position der Klappen streicht der Luft- und Gasstrom hier nach links, es vereinigen sich beide in dem senkrecht über e befindlichen Fuchse, gehen sodann als Flamme den Heerd entlang, um getheilt durch die entsprechend rechts gelegenen Regeneratoren und Klappenpassagen gehend, in d als Schornsteingase von ca. 300° Temperatur wieder gemeinschaftlich zu entweichen.

Effectsbestimmung.

§ 22. Bezüglich des Effectes der Regenerativöfen diene folgendes Beispiel [1]): Das zur Verbrennung kommende Gas sei aus Holzkohlen erzeugt und von der Zusammensetzung 34,1 Proc. Kohlensäure, 0,2 Proc. Wasserstoff, 64,9 Proc. Stickstoff und 0,8 Proc. Kohlensäure, so giebt dasselbe verbrannt ohne weiteres einen pyrometrischen Wärmeeffect von

$$P = 1945^0.$$

Wird dagegen die Verbrennungsluft zuvor auf t^0 erhitzt, so entsteht ein Effect von:

$$P_1 = P + \frac{t.\ L.\ 0{,}238}{0{,}456}$$

1) „Die patentirten Siemens'schen Stahlschmelz- und Schweissöfen" von Prof Dr Scheerer. Siehe berg- und hüttenmännische Zeitung Nr. 31, 1862. (Englisches Patent v. J. 1857.)

Digitized by Google

worin P = 1945, L = der zur Verbrennung von 1 Gewichtstheil Gas nöthigen Luftmenge ($0{,}914$ Gewichtstheile), und $0{,}238$ = der Wärmecapacität der Luft ist. Ist aber zugleich auch das Gas vor seiner Verbrennung auf t^0 erhitzt worden, so entsteht ein pyrometrischer Wärmeeffect von:

$$P_1 = P + \frac{t.0{,}914.0{,}238 + t(0{,}341.0{,}288 + 0{,}002.3{,}294 + 0{,}649.0{,}214 + 0{,}008.0{,}216)}{0{,}456}$$

$$\text{d. i. } P_1 = P + 1{,}05\ t \ldots\ldots \text{(I)}$$

Diese Formel (I) ist hier anwendbar.

Hat nun die Flamme bereits im Beginn, wenn also die Regeneratoren noch kalt sind, einen Hitzgrad von P = 1945°, so gelte die Voraussetzung (α), dass dieselbe die betreffenden Regeneratoren auf die gleiche Temperatur bringe. Beim Klappenwechsel soll ferner dem neu ankommenden Luft- und Gasstrome beim Passiren der so erhitzten Regeneratoren wiederum dieser Temperaturgrad mitgetheilt werden (β) so wäre in (I) t = 1945° = P zu setzen, und dann hätte jetzt eine Flamme von der Temperatur:

$$P_1 = P + 1{,}05\ P$$

Diese P_1 heisse Flamme bringe die beiden andern Regeneratoren ebenfalls auf P_1 (γ) und ist dies erfolgt, so erreiche man durch erneuten Wechsel auf der entgegengesetzten Seite dieselbe Höhe P_1 (δ), dann würde man nunmehr eine Flamme aus dem, auf P_1 gebrachten Luft- und Gasstrome von der Temperatur:

$$P_2 = P + 1{,}05\ P_1$$

erhalten. Bei einem dritten Wechsel resultirte nach demselben Vorgange eine Temperatur von:

$$P_3 = P + 1{,}05\ P_2$$

also bei einem $n$ten Wechsel eine Temperatur

$$P_n = P + 1{,}05\ .\ P_{n-1} + \ldots\ldots \text{(II)}$$

Setzt man aber in (II) die Werthe für P_{n-1} P_{n-2} u. s. w ein, so erhält man:

$$P_n = P\ (1 + 1{,}05 + 1{,}05^2 + 1{,}05^3 + \ldots\ldots + 1{,}05^n)$$

Dieser Deduction zufolge müsste sich die Temperatur eines Regenerativofens bis in das Unendliche steigern lassen; das kann aber deshalb nicht geschehen, weil nur ein gewisses Bruchtheil

Digitized by Google

der Voraussetzungen bei α, β, γ und δ mit der Wirklichkeit zusammentrifft. Das weit grössere Bruchtheil geht verloren 1) durch Ausstrahlung, 2) durch das im chemischen Sinne nie genaue Mischungsverhältniss zwischen Luft und Gas und 3) durch die Veränderung der Wärmecapacitäten der Gase bei hoher Temperatur. Nimmt man an, dass alle diese Umstände durch einen Coefficianten ϱ kleiner als 1 ausgedrückt sind, so ist dann

$$P_n = P + \varrho\, P_{n-1}$$

oder P_n als Maximaltemperatur M für ein bestimmtes Object angenommen:

$$M = P + \varrho\, M, \text{ also}$$

$$M = \frac{P}{1-\varrho}$$

Führt man beispielsweise für ϱ nach einander die Werthe $0{,}5$, $0{,}75$, $0{,}9$, ein, so erhielt man hiernach als entsprechende Werthe für M die Temperaturen 3890°, 7780°, 19450°, welche letztere beiden schon aus dem Grunde nicht erreicht werden können, weil es kein Material giebt, was ihnen den nöthigen Widerstand entgegensetzt. Aber selbst wenn man sich mit dem kleinsten Werthe $\varrho = 0{,}5$ begnügt, so ist die hieraus resultirende Temperatur von beinahe 4000° eine so ganz bedeutende, dass die Praxis Heizobjecte von gleicher Leistungsfähigkeit nicht aufzuweisen vermag.

Von welchen Specialitäten der Construction der pyrometrische Effect übrigens noch besonders abhängig ist, werden wir später sehen.

Anordnung der Constructionstheile.

§ 23. Die Anordnung der einzelnen Theile eines Regenerativofens kann je nach den Zwecken, welchen er dient, eine sehr verschiedene sein; es ist dieselbe aber hauptsächlich danach, ob die Flamme nach horizontaler Richtung, wie bei allen metallurgischen und vielen chemischen Processen, oder nach verticaler Richtung, wie besonders bei der Gasfabrication, Porzellan- und Kalkbrennerei wirken muss, zu treffen. Es bezieht sich dies speciell auf die Lage der Regeneratoren und die Gestalt und Lage der Füchse. Die Anordnung des Klappenapparates dagegen richtet sich mehr nach der Situation, weniger nach der Bestimmung des Ofens und ist in dieser Hinsicht als ein vollkommen unabhängiger Theil des Ganzen zu betrachten.

Ist der Ofen flach gegründet, d. h. liegt die Sohle der Re-

Digitized by Google

generatoren nicht tiefer als 2—3 Fuss unter dem Erdniveau, so eignet sich die durch Fig. 27 angedeutete verticale Stellung der Klappen, sonst aber ist die horizontale Lage derselben vorzuziehen, welche auch immer mehr Garantie für einen dichten Schluss bietet als die verticale, obgleich letztere im Bau etwas einfacher ist. Als Hauptregel in allen Fällen gilt aber, dem Apparate stets einen Platz beim Ofen anzuweisen, der einen freien, ungehinderten Zutritt zu den Klappen jederzeit gestattet. Nur im Nothfall darf die Situation unter dem Ofen gewählt werden, wie sie die Fig. 27 andeutet.

Die Figg. 28 und 29 versinnlichen die horizontale Klappenlage nach Schnitt AB und CD. *a* ist Luftklappe, *a'* Gasklappe, *b* Gaszuleitung, *c* Luftzutritt, *d* und *d'* die Zweigkanäle zu den Gas-, *e* und *e'* zu den Luftgeneratoren, *f* der Schornsteinkanal und *g* der Reinigungsverschluss der bei keiner Gasklappe fehlen darf.

Details zu den Regeneratoren.

§ 24. Um auf die Details überzugehen, so ist zunächst bezüglich der Aufstellung der Regeneratorsteine zu bemerken, dass diese wechselnd in solchen Zwischenräumen zu treffen ist, dass die Summe derselben gleich der ganzen Steinmasse, weshalb es am Besten, die lichte Breite der Behälter von vornherein so zu wählen, dass eine gerade Zahl der schmalen Steinkanten darin aufgeht. Diese Aufstellung bewirkt, wie aus Fig. 30 sofort ersichtlich, eine möglichst allseitige Flächenbestreichung, also möglichst vollkommene Aufnahme, respective Mittheilung der Wärme. Die Mündungen der Kanäle sind dabei thunlichst frei zu halten, damit ein ungehinderter Ein- und Austritt stattfinden kann. Für gewöhnlich eignet sich zu dem Zwecke die Anlage eines Rippenwerkes, bestehend aus einzelnen 3zölligen Bögen *a* Fig. 31 mit abwechselnden Zwischenräumen von gleicher Breite. Da wo Hämmer oder Walzwerke in unmittelbarer Nähe des Ofens stehen, ist die Construction nach Fig. 32 vorzuziehen, weil diese den starken Erschütterungen besser widersteht. Für Oefen kleinerer und mittlerer Gattung genügt die Regeneratorbreite von 2 Steinlängen, für solche grosser und grösster Gattung die Breite von 2½ bis höchstens 3 Steinlängen. In letzten beiden Fällen sind bei Anwendung von Fig. 32 natürlich 2 Zungen *b* für die Unterstützung der Stossfugen erforderlich. Mündet der Kanal hier rechtwinklig auf die Längsseite des Regenerators, so sind die Zungen an dieser Stelle mit entsprechenden Durchbrechungen

Digitized by Google

zu versehen [1]). Die Länge der Zweigkanäle ist gleichgiltig für den Effect des Ofens. —

§ 25. Die Wechselklappe ist in Fig. 33 (Schnitt AB) und Fig. 34 (Schnitt CD) auf Taf. III. dargestellt. Sie besteht zunächst aus der Ober- und Unterplatte *aa* und *bb*, mit denen die 4 Anschlagwinkel *c* fest verschraubt sind. *ee* ist der viereckig über die Welle *ff* gesteckte und aus 2 Hälften zusammengenietete Flügel, welcher einerseits bei *cc* und andererseits bei den Rippen *dd* dicht anschlägt. Die Anschläge der Winkel verlaufen sich abgerundet in letztere, wonach auch die Ecken des Flügels geformt sind; es wird damit einem undichten Schlusse, da die Theerablagerung zuerst immer in den Ecken stattfindet, am Besten auf die Dauer vorgebeugt. Die Herstellung des Flügels aus 2 gleichen Hälften ist wegen der verschiedenen Temperatureindrücke, denen derselbe auf beiden Seiten ausgesetzt ist, wünschenswerth. Durch das Einbinden und Vernieten mittels der Schienen *gg* ist man der Gefahr überhoben, dass bei dem etwaigen Springen eines Theiles nicht die ganze Klappe sofort dienstuntauglich wird. Schrauben anstatt der Nieten sind deshalb nicht zu empfehlen, weil die Muttern gewöhnlich unter der Einwirkung der schweflichen Säure bald im Bolzengewinde dicht an der untern Fläche abgefressen werden; die Klappen müssen an den Anschlägen gehobelt, und gut montirt werden, auch ist zu ihnen ein reines weiches Eisen zu verwenden. Die Wechselklappen.

Diese von dem Erfinder des Systems selbst construirte und noch in Anwendung gebrachte Klappe hat bereits mannigfachen, jedoch in den wenigsten Fällen begründeten Tadel erfahren, meistens lag der gerügte Fehler in der mangelhaften Betriebsführung selbst. Für an sich kältere Generatorgase besonders, ist sie vollkommen genügend, weniger allerdings für die heissen und stark theercondensirenden Steinkohlengase, wo durch das Warmwerden und Verstopfen leicht Betriebsstörungen eintreten. Siemens hilft sich hier, indem er die Gase vor ihrem Eintritt in die Klappe ein weites Kühlrohr passiren läst, wie es in Fig. 17 dargestellt ist. Lediglich aber aus diesem Grunde ein solches anzulegen, entspricht weder den constructiven noch ökonomischen Anforderungen; ersteren deshalb nicht, weil durch die unausgesetzten Bewegungen des Rohres unter den verschiedenen Tempe-

1) Tiefe und Höhe der Regeneratoren für verschiedene Fälle, s. spec. Theil.

Digitized by Google

ratureinflüssen auch immerfort Undichtheiten entstehen, und überhaupt eine Masse von Dichtungsstellen mehr entstehen, die man doch sonst thunlichst vermeiden muss; den ökonomischen Anforderungen aber deswegen nicht, weil die ganze Anlage dadurch nicht nur wesentlich vertheuert, sondern auch den Gasen die Temperatur entzogen wird, welche ihnen bei der Verbrennung sehr wohl mit zu Gute kommen könnte.

Man hat ihr ferner den Vorwurf gemacht, dass beim Wechseln jedesmal ein gewisser Gasverlust entsteht. Betrachtet man nämlich Fig. 29, so wird man sofort sehen, dass wenn der Flügel der Klappe beim Umwechseln die mittlere Stellung einnimmt, in diesem Momente der Gaskanal *b* unmittelbar mit dem Schornsteinkanal *f* in Communication tritt, also auch, durch die überwiegende Zugkraft des Schornsteines bedingt, ein momentanes Entweichen von Gas nach diesem stattfinden wird. Es ist jedoch dieser Gasverlust in der That nur unbeträchtlich, er beträgt nämlich, ein viertelstündiges Wechseln vorausgesetzt, und vorausgesetzt, dass die Communication zwischen beiden Kanälen jedesmal $^1/_4$ Secunde währt, in 24 Stunden ca. $^1/_{3600}$ der gesammten Gaszuführung. Die Behauptung, dass hierdurch, bei Berücksichtigung der gleichzeitig stattfindenden Unterbrechung in der Luftzuführung, dem ganzen Systeme bedeutende Nachtheile erwüchsen, hat sich durch die Praxis längst widerlegt.

Um die beregten Uebelstände wenigstens auf ein Minimum zu reduciren, schlage ich eine Modification vor, wie sie durch Fig. 35 (Schnitt AB) und Fig. 36 (Schnitt CD) dargestellt ist. Die Klappe bildet hier mehr einen Hahn, dessen Gehäuse hauptsächlich durch den genau centrirten, aus 4 Theilen *d* zusammengesetzten Chamottmantel gebildet wird. Dieselben würden am besten aus Glashafenmasse herzustellen sein, und es ist dabei, da sie vorher gebrannt werden, besondere Rücksicht auf Schwindmaas und Zugabe für die Bearbeitung zu nehmen. Anstatt der Winkel sind einfache 4 Anschlagleisten *bb* vorhanden, welche mit den entsprechenden Lappen *hh* der Boden und Deckplatte in 4 Bolzen den ganzen Apparat zusammenhalten, die zugehörigen Löcher dürfen nicht eingegossen, sondern müssen gebohrt werden. Wenn durch heisse Gase die Klappe wirklich eine höhere Temperatur annimmt, so ist derselben hierdurch eher Spielraum für die natürliche Ausdehnung gestattet, als der Siemens'schen, welche in

Digitized by Google

16 Schrauben zusammengehalten wird, die, sämmtlich gegen die Hauptrichtung der Ausdehnung wirkend, ein Klemmen oder Schleifen des Flügels weit leichter herbeiführen. Der segmentförmige Flügel *a a* ist hier allerdings weit schwerer, unterliegt aber auch bei seiner rippenförmigen Construction nicht so leicht dem Werfen oder Springen durch die Hitze. Man kann letztere auch noch dadurch weniger schädlich machen, dass man 2—3 Schienen von Flacheisen zu beiden Seiten aufnietet. *c c* sind wieder die Anschlagrippen, welche sich scharf den Leisten *b b* anschliessen.

Der Flügel besitzt nun eine solche Stirnbreite, dass er bei der mittleren Stellung der Kanalmündungen *o* und *o'* der Regeneratoren ziemlich genau deckt, also beim Wechseln ein Entweichen des Gases nur durch die Undichtheiten, welche die ungehinderte Bewegung des Flügels bedingen, möglich ist. Die Durchgangspassagen sind ziemlich von derselben Weite wie jene der Siemen'schen Klappe und genügen bereits für ziemlich grosse Oefen; bei solchen grösster Gattung ist es wohl angezeigt, dieselben bis auf 200 □Zoll freien Flächenraum zu vergrössern. Hier wie dort müssen übrigens zwischen Flügel und Zapfen- und Halslager 4—6 schwache Blechringe als Dichtungsmittel eingelegt werden.

Eine verbesserte horizontale Wechselklappe, wie sie die Herren W. und F. Siemens gegenwärtig zur Anwendung bringen, ist in Figg. 37 (Längenschnitt) und 38 (Schnitt AB) dargestellt. Das Gehäuse der Klappe ist aus einem Stück gegossen und besteht aus dem kreisrunden Rohrstück *b b* und dem elliptischen *a a* welche sich rechtwinklich durchdringen. Die Communication nun von je 2 und 2 Passagen wird durch den Flügel von entsprechend elliptischer Form *a a* vermittelt, der seinen Anschlag an den inneren Durchdringungslinien hat. Der Flügel gleichfalls von Gusseisen ist an der horizontalen Welle durch 2 Stifte befestigt. *c* der Stellhebel, welcher in beliebiger Verlängerung mit einem Gegengewichte ausgerüstet ist um das Umstellen zu erleichtern, sowie den dichten Anschlag des Flügels zu begünstigen. *d d* Flansch für die Vermauerung des anschliessenden Zweigkanals.

Diese Wechselklappe ist constructiv offenbar die denkbar einfachste und hat sich praktisch auch bewährt.

Da bei den Regenerativöfen die Verbrennungsluft kalt zutritt, so ist es klar, dass unter sonst gleichen Dimensionen, die Gase bei der Verbrennung eine höhere Temperatur besitzen

Digitized by Google

müssen als die Luft, und zwar um so viel als ihnen bereits beim Eintritt in den Regenerator an Temperatur innewohnte. Letztere kann sich eventuell auf einige hundert Grad belaufen, und es ist um so wünschenswerther wenigstens ein Gleichgewicht herzustellen, da gerade die Luft, als actives Mittel, auf die höhere Temperatur gebracht werden soll. Man erreicht dies aber, indem man jene Passage der Gasklappe, welche nach dem Schornsteine führt bis zu einer gewissen Höhe derart absperrt, so dass die abgehende Flamme gezwungen ist, zur grösseren Hälfte den Luftregenerator zu passiren, kurz, dass derselbe mehr erhitzt auch befähigt wird, mehr Hitze abzugeben.

Bei nebeneinander liegenden Regeneratoren genügt es, diese Passage bis auf die Hälfte zu verengen; bei hintereinander liegenden ist eine Verengung dann unnöthig, wenn der Luftregenerator dem Fuchse zunächst liegt, im entgegengesetzten, also ungünstigsten Falle dagegen, wird die Absperrung bis zu $^3/_5$ der ganzen Passage erforderlich. Für horizontale Wechselklappen bewirkt man dies durch ein starkes Blech, bei vertikalen durch ein 6zölliges Mäuerchen zwischen den Anschlagwinkeln.

Die ausschliessliche Vorwärmung der Luft hat sich praktisch nicht bewährt, sie führte zu baldigen Verstopfungen der Gaszweigkanäle und collidirte in der Regel mit den Constructionsbedingungen des Ofens, dabei den pyrometrischen Effect eher vermindernd als vermehrend [1]).

Construction der Füchse.

§ 26. Je nach dem Zwecke des Ofens wird eine mehr oder minder entwickelte Flamme beansprucht, und zwar ist dieselbe vollkommen durch die Form und Länge des Fuchses zu bestimmen. Kurze und intensive Flammen erreicht man mit langen stark convergirenden Füchsen, lange Flammen für niedere Temperaturen mit kurzen, parallelen Begrenzungen von entsprechender Weite. Die horizontale Flamme kurz und intensiv, wie sie z. B. beim Schweiss- und Puddelprocess verlangt wird, entwickelt sich in einem Fuchse nach Figg. 39 (Schnitt AB) und 40 (Vorderansicht). *e* ist hier Gasregenerator, bei *d* treffen sich Gas und

1) Ein Herr Seydler soll durch völlige Separation der Regeneratoren vom Schmelzraume bei böhmischen Glasöfen, und Anlage von Schiebern in den Zweigkanälen zum Zwecke der Regulirung der abziehenden Flamme in obengedachter Angelegenheit, dem Systeme insofern einen praktischen Nutzen erwiesen haben, als abgesehen von der handlichen Regulirung, auch das Auswechseln der Regeneratorsteine leicht und rasch effectuirt werden kann.

Digitized by Google

Luft, von *d* bis *c* Mischungsraum, von *c* bis *a* tritt die eigentliche Entwickelung der Flamme ein, *f* Heerd. Die Neigung des Fuchses ist derart zu treffen, dass die Mittellinie von *c* bis *a* in ihrer Verlängerung die halbe Tiefe des Heerdes auf seiner Mitte durchschneidet. Die Bruchstelle *c* liegt auf der Hälfte zwischen *d* und *a*, die Seiten *b b* sind 1—1½ Zoll niedriger zu machen als die Mitte *a*, damit sich ein centraler Kern in der Flamme bildet; *a* variirt zwischen 4 und 6 Zoll, also *b* zwischen 2½—3 resp. 4½ bis 5 Zoll je nach der Grösse des Ofens. Je steiler die Convergenz nach *a*, desto kürzer gestaltet sich in Folge der Pressung die Stichflamme, sie ist mit 2 Zoll in den meisten Fällen ausreichend, ist also *a* 6 Zoll, so wäre *c* 8 Zoll anzunehmen. *d a* durchschnittlich gleich 3 Fuss, die Breite gleich der ausgehenden Heerdbreite weniger 6 Zoll zu beiden Seiten.

Bei Flammenöfen und langen Heerden mit niederer Temperatur müssen die angegebenen Dimensionen grösser gewählt werden, wodurch die Flamme sich zumeist noch über dem Heerdraum erst bildet. Für Hellrothglühhitze ist *a d* auf ⅔ der angegebenen Länge zu reduciren, *c* wird = *a* = *b* und muss z. B. bei Calciniröfen *c a* 8 Zoll hoch sein. Ich habe unter solchen Umständen Flammen bis auf 22 Fuss Länge beobachtet.

Einfacher und dabei dauerhafter ist der verticale Fuchs, wie er für Glas-, Brenn- und Destilliröfen z. B. Anwendung findet, und als Querschnitt in Fig. 41 dargestellt ist. Die Mischung beider Ströme ist hier schon von vorn herein durch den directen Zusammenstoss eine innigere und wird ausserdem durch die sofortige Reflexion der Flamme, bei Glasöfen am Gewölbe, bei Brennöfen an den Waaren, wesentlich begünstigt. Es ist deshalb eine besondere Convergenz der Seiten *b b*, selbst wenn bei den genannten Gattungen die Schweisshitze geboten ist, nicht erforderlich. Der Weg bis zum Austritt der Flamme beträgt in letzterem Falle 2 Fuss, die Distance *c* kann zwischen 15 bis 20, *a* zwischen 5 bis 7 Zoll je nach der Grösse des Ofens variiren, die parallelen Seiten *b* sind 9 bis 12 Zoll lang zu machen.

Ein Streitobject unter den Pyrotechnikern bildet übrigens noch immer die zweckmässigste Construction der Füchse, d. h. die respectiven Formen zu ermitteln, unter denen die Mischung von Gas und Luft weder zu früh noch zu spät eintritt, dabei aber eine innige ist, und die Flamme dem Verbrennungsheerd nach allen Dimensionen hin gleichförmig und ausgiebig nutzbar zu machen. Es ist bisher nur der Empirie vorbehalten, hierin das

Digitized by Google

Richtige zu treffen, und wenn auch bereits wesentliche Fortschritte in der Verbesserung dieses wichtigsten Constructionstheiles bei Gasfeuerungen gemacht wurden, so darf man sich doch nicht verhehlen, dass das Vollkommenste hierin sicher noch nicht erreicht ist.

Die vertikalen Füchse, besonders bei langen Verbrennungsheerden, da, wo es unumgänglich ist, dass die vollste Egalität der Temperatur herrsche, erfüllten ihren Zweck bisher noch mangelhaft. Die Flamme trat bereits zu stark entwickelt auf, was einestheils zur Folge hatte, dass das andere Ende des Ofens stets kälter wurde, anderntheils aber, dass die Füchse einer raschen Abnutzung unterlagen.

Für die Anwendung des Regenerativsytsems auf die Glasfabrikation, wirkten besonders diese Uebelstände, trotz der bedeutenden Vortheile in sonstiger Hinsicht (speciell auch wegen einseitiger Abnutzung der Hafen), etwas deprimirend, jedoch ist es Herrn F. Siemens gelungen, durch die Anordnung Figg. 42 Schnitt (CDE) und 43 (Schnitt AB) diese Uebelstände im Wesentlichen zu beseitigen.

Hiernach erhält jeder Regenerator in der Höhe des Gewölbscheitels 3 Schlitze von entsprechender Länge und Breite je nach der Grösse des Verbrennungsheerdes und zwar in stetem Wechsel von Luft und Gas, wodurch die Tasche die 5 Scheidewändchen *cc* enthält. *aaa* sind die Gas-, *bbb* die Luftschlitze und es kann somit die Vereinigung von Gas und Luft erst beim Austritt auf den Heerd stattfinden. Da, wo der Heerd ein so grosser ist, dass der Entwickelung der Flamme hinreichender Spielraum geboten, und dieselbe sich etwa an Tiegeln oder Retorten, wie eben bei der Glasfabrikation, Zinkdestillation etc. vielfach brechen muss, ist diese Anordnung die bisher vortheilhafteste, wie die Praxis erwiesen hat.

Herr Siemens hat in neuester Zeit bei seinen Glasöfen die Schlitze auf vier reducirt und will damit noch bessere Resultate erzielt haben. Zu bemerken ist noch, dass stets die Luft den Anfang zu machen hat, von der Stirnseite des Ofens aus gerechnet, weil dieselbe vermöge ihrer grösseren Leichtigkeit, also auch grösseren Geschwindigkeit, sonst an Voreilung gewinnt; wenigstens erwies sich die umgekehrte Anordnung stets als nachtheilig für die Entwickelung der Flamme.

Schornsteindimensionen.

§ 27. Eine der kritischsten Fragen bei Anlage eines Regenerativofens, ist die Bestimmung der Schornsteindimen-

Digitized by Google

sionen, und zwar liegt der erschwerende Umstand in der niederen Temperatur der abgehenden Gase, verbunden mit der grossen Anzahl von Reibungshindernissen. Behält das Gas bis zum Verbrennungsheerde eine fortwährend steigende Tendenz, so hat der Schornstein weniger für die Entwickelung der Gase mit zu sorgen, ist dies aber nicht der Fall, und dies kommt ungleich häufiger vor, so hat er neben den Reibungshindernissen die auf beiden Theilen des Ofens lasten, eventuell auch jene in den Leitungen und Generatoren zu überwinden. Ich kenne auch keine Art von Heitzobjecten, welche die ausserordentliche Empfindlichkeit hinsichtlich der Zugverhältnisse mit den Regenerativöfen theilen. Eine Berechnung aller der hier obwaltenden Widerstände anzustellen, und daraus allgemeine Formeln für die Schornsteinmaasse abzuleiten, scheint mir eine ziemlich gewagte Speculation zu sein, die auch den so mannichfaltigen Situations- und Constructionsverhältnissen des Ofens wohl höchst selten entsprechen dürfte.

Vor Allem muss dem Schornstein eine freie Lage bei möglichster Nähe zum Verbrennungsheerde angewiesen sein. Langer Kanal wirkt zu abkühlend und damit schwächend auf die Zugkraft. Aus gleicher Ursache dürfen die Schornsteinwände nicht zu schwach gewählt werden, eiserne würden im Freien sehr schlechte Dienste leisten. Für die günstigsten wie oben angedeuteten Constructionsverhältnisse, verfährt man bezüglich der Bestimmung der Höhe mit ausreichender Sicherheit, wenn man dieselbe ebenso gross annimmt wie bei einem gewöhnlichen Heitzobject derselben Gattung, plus der doppelten Regeneratorhöhe. Je nachdem nun diese Verhältnisse weniger günstig sind, würde man das Plus zu verdrei- oder vervierfachen haben. Die untere Weite genügt zu 24 bis 27, die obere zu 18 bis 21 Zoll in den meisten Fällen der Praxis [1]). Es beziehen sich diese Angaben auf einen Ofen allein, in umstehender Zusammenstellung, die ich, meiner Praxis entnommen, hier wiedergebe, sind auch einige Schornsteine genannt, die mehrere Oefen zugleich treiben.

Schornsteine bis zu 60 Fuss Höhe kann man mit $2\frac{1}{2}$ Fuss Wandstärke anlegen und mit 1 Fuss ausgehen lassen, sind 2 und mehr Oefen in einem Schornstein vereinigt, so sind dieselben

1) Bei Oefen mit bedeutenden Heerdflächen, wie sie zu Glühoperationen nicht selten erforderlich sind, ist besonders auf eine genügende Höhe Rücksicht zu nehmen Dasselbe gilt für Oefen mit grosser Wölbhöhe.

Digitized by Google

durch Zungen von 4 Fuss Höhe zu trennen, ebenso wie in allen andern Fällen. Wegen der minderen Energie der Luftsäule wird es immer zweckmässig sein, da, wo es eben noch angeht, einen Luftfang anzubringen, derselbe leistet bei starkem Wind und besonders bei Oefen mit verticalen Füchsen hier sehr gute Dienste. Oefen mit horizontaler Flamme arbeiten unter allen Verhältnissen ruhiger als letztere, da dieselbe bei einem in der Regel niedrigeren Heerde auch der Ablenkung jener von 180° ja nicht unterliegt. Schwankungen der Temperatur und äusseren Luft wirken deshalb auch auf Glas- oder Brennöfen weit empfindlicher als auf Schweiss-, Glühöfen u. s. f. durch den Schornsteinzug.

Jeder Zugkanal ist mit einem dicht schliessenden Schieber an Kette und Gegengewicht auszurüsten, und geht derselbe in einfachem Ziegelfalze, so ist es nöthig einen scharf passenden Holzrahmen darüber zu stecken, um das nebenseitige Eindringen der kalten Luft nach Möglichkeit abzuwenden.

Gründung. § 28. Bei der Anlage eines Regenerativofens ist vor Allem darauf zu achten, dass der Baugrund ein zu allen Jahreszeiten durchweg trockener ist. Ist man aber dessen nicht vollkommen sicher, so muss man ihn entweder durch eine starke Schicht Béton, hydraulischen Kalk oder Cementmauerwerk isoliren, oder aber man muss eine ausreichende Drainage anlegen, wenn sich das Terrain dazu eignet; denn die geringste Bodenfeuchtigkeit drückt, sobald sie abkühlend auf die Regeneratoren wirkt, den pyrometrischen Effect bedeutend herab [1])

Fig. 44 zeigt eine Isolirschicht von Béton bis auf die muthmassliche Höhe der Bodenfeuchtigkeit. Sie wird seitlich zwischen den Schalungen *aa* aufgeführt, welche man nach dem Festwerden der Schicht *bb* wieder entfernt. *c* ist die 3zöllige in Kalk ge-

1) Bei Anlage eines Glas-Regenerativofens in der Niederlausitz fand ich das Terrain, auf welches der Ofen gebaut werden sollte, in einer Tiefe von 6 Fuss durch zweizöllige Stränge abdrainirt. Da sich der Boden (es war spätes Frühjahr) als vollkommen trocken erwies, so führte ich den Bau aus und der Betrieb ging bis ungefähr Anfang November in erfreulichster Weise vor sich. 14 Tage nach Eintritt starker Regengüsse aber wurde der Ofen kälter und kälter, die Röhrenstränge warfen einen vollen Wasserstrahl und man musste sich gestehen, dass die Drainage nicht mehr ausreichend, der Ofen durch das Grundwasser ernstlich gefährdet sei. In dieser Noth verfiel man auf die glückliche Idee dicht vor der Stirnseite des Ofens eine Cysterne bis auf einige Fuss unter die Sohle anzulegen. Dies half. Die Temperatur hob sich von Stunde zu Stunde und der Ofen arbeitete seitdem, selbst bei der nässesten Witterung ganz anstandlos.

Digitized by Google

Gattung der Oefen.	Untere Weite	Obere Weite	Höhe	Bemerkungen.
1 Glasofen zu 8 Hafen à 6 Ctr. Inhalt	2′	18″	50′	Situation ziemlich günstig — Zug befriedigend.
2 Glasöfen 1 à 8 und 1 à 10 Hafen 6 Ctr. Inhalt . .	2′ 9″	2′	62′	Situation ganz günstig — Zug befriedigend.
1 Glasofen zu 10 Hafen à $3^1/_2$ Ctr. Inhalt	2′ 3″	21″	49′	Situation ungünstig, trotzdem Zug befriedigend.
1 do. zu 8 Hafen à 6 Ctr. Inhalt	21″	18″	38′	Situation günstig. Zug nur bei schönem kühlen Wetter gut.
1 do. zu 8 Hafen à 3 Ctr. Inhalt	2′ 3″	21″	47′	Situation weniger günstig — Zug bei schlechtem Wetter sehr schwankend — Schornstein etwas zu weit für die Grösse des Ofens.
1 do. zu 8 Hafen à $2^1/_2$ Ctr. Inhalt	2′ 3″	21″	63′	Situation minder günstig — Zug bei starkem Winde schlecht, bei ruhigem Wetter gut. Dieser Schornstein wurde für 2 Oefen angelegt und wird unzweifelhaft ganz befriedigend wirken, wenn er mit beiden zugleich intact steht.
3 Schweissöfen. 2 à 12 und 1 à 25 Ctr. Bepackung .	3′ 6″	2′	100′	Situation günstig — Zug bei 1 Ofen allein etwas schwankend, bei allen 3 zugleich sehr gut unter allen Verhältnissen.
2 Stahlschmelzöfen à 20 Tiegel nebst 1 Glühofen . .	2′ 6″	2′	100′	Situation minder günstig — Zug gut.
1 Schmelzofen für Hartguss zu 35 Ctr. Bepackung . .	21″	21″	50′	Situation ungünstig; eiserner Schornstein innerhalb des Gebäudes — Zug meist befriedigend.
1 Kupferblechglühofen, Heerd 9′ & 5′	21″	18″	36′	Situation ziemlich günstig. Zug bei schlechtem Wetter sehr schwankend.
1 Tyres Glühofen, Heerd 20′ & 5′	2′ 6″	2′	55′	Situation günstig. Zug befriedigend.

Digitized by Google

mauerte Sohle auf die der Ofen zu stehen kommt. $b = 1$ Fuss dick, dürfte in den meisten Fällen ausreichend sein. Fig. 45 zeigt die in der Anmerk. gemeinte Drainage. *bbb* sind 4zöllige Drainröhren, *c* eine darüber gelegte Lehmschicht von 3—4 Zoll und *a* die in Kalk gelegte 3zöllige Ofensohle. Eine solche Entwässerung ist besonders dann angezeigt, wenn die Hütte auf einem Abhange gelegen ist, man zieht die Röhrenstränge allmälig zusammen, sodass sie an der Mündung gleichzeitig eine bequeme Wasserversorgung für das Etablissement bilden. Die Leitung muss übrigens ca. 100 Fuss vor den Ofen ihren Anfang nehmen, und würde sich die Bestimmung ihrer lichten Weite, sowie ob etwa auch seitliche Stränge anzulegen seien, nach Beobachtungen zu richten haben, die man während der nassen Jahreszeit vorher anstellen muss. — Beide Figuren sind als Querschnitte zu verstehen.

Mauerwerk, Aufstellung der Wechselklappen.

§ 29. Bei der Complicirtheit des Regenerativofens ist die grösste Sorgfalt in der Ausführung aller Theile doppelt nothwendig, und sind besonders zu den Wölbarbeiten nur geübtere Maurer zuzulassen. Es gilt hier dasselbe, was ich bereits in dieser Beziehung über den Generatorbau erwähnte, nur ist wegen der durch die höhere Temperatur immer statthabenden Nachschwindung, besonders an den oberen Partien des Ofens, auf sehr solide Eckverbände, im Allgemeinen aber auf möglichst schwache Fugengebung zu achten. Gewöhnlich sind bei den Chamottsteinen ziemliche Differenzen in Bezug auf Brand bemerklich, es ist dann rathsam dieselben zu sortiren und die weicheren mehr im Anfang zu vermauern oder sie zum Aussetzen der Regeneratoren zu verwenden. Die Gewölbe der letzteren müssen mit sehr soliden Widerlagern, eventuell Verankerungen [1]) versehen werden und besonders da, wo sie noch durch den Ofenheerd belastet sind, durchaus einen doppelt 6zölligen Halbkreis bilden. Bis zu den Widerlagern genügt inwendig eine 6zöllige Verkleidung der äusseren Regeneratorwände, alle nach dem Innern gelegenen Theile müssen jedoch ganz von Chamotte, die Zweigkänäle und alle sonstigen Leitungen aber von rothen Ziegeln bester Qualität hergestellt werden.

Vor Aufstellung der Wechselklappen sind deren Verbindungsschrauben soweit zu lüften, dass man die Muttern streng

1) Ein vollständiges Einkleiden in Platten kann ich auch hier aus den bereits früher angeführten Gründen nicht empfehlen.

Digitized by Google

mit der Hand bewegen kann, um der nicht unbedeutenden Ausdehnung Spielraum zu gönnen; denn unterlässt man dies, so ist gewöhnlich ein Springen an irgend welcher Stelle, oder mindestens ein Schleifen des Flügels die spätere Folge davon. Jeder Stein muss den Formen der Klappe scharf angepasst werden, es treten sonst leicht durch Lücken, die sich zwischen Stein und Eisen bilden würden, falsche Strömungen und Verluste ein.

Bau der Füchse.

§ 30. Da die Füchse der Zerstörung zuerst unterliegen, so ist für deren Bau das beste Material zu wählen, und will man die meiste Garantie für eine längere Dauerbarkeit derselben in den Händen haben, so ist es immer das Rathsamste sich die hierzu nöthigen Steine selbst anzufertigen. Es ist dies um so mehr nöthig, als von der Haltbarkeit dieses so zu sagen edelsten Theiles des ganzen Ofens, auch die Sicherheit und Dauer des Betriebes abhängt. Steine die ich in folgender Weise herstellte, erwiesen sich als sehr zweckmässig. 1 Theil scharfen, weissen Quarzsand, und $1^1/_2$ Theile Chamotte von Porzellankapseln in erbsgrossem Korn, werden mit 1 Theile fetten Thones von ausgezeichneter Qualität 4 bis 5 Mal innerhalb 14 Tagen sorgfältig durchgetreten, hierauf die Masse mit festen Holzhämmern in die womöglich eiserne Form so lange geschlagen, bis sie Eindrücke mit dem Daumen nicht mehr annimmt. Das Trocknen an einer Luft von 18 bis 20° hat 2 bis 3 Wochen anzudauern und das Brennen 6 Tage, wovon 2 Tage auf Weissglühhitze gerechnet sind. Vorausgesetzt ist das alte Ziegelmaass 12, 6 und 3 Zoll.

Ist man genöthigt gekaufte Steine zu verwenden, so soll man dieselben wenigstens selbst noch einmal bei hoher Temperatur durchbrennen, wo sich gewiss noch eine bemerkenswerthe Schwindung herausstellen wird.

Am häufigsten müssen die horizontalen Füchse erneuert werden, besonders bei Oefen mit hohen Temperaturen, und es ist zweckmässig, um Zeitaufwand möglichst zu ersparen, dieselben immer nach der vorhandenen Schablone in Vorrath zusammenzuarbeiten.

Bindematerial.

§ 31. Als Bindematerial gilt in allen Fällen ein feiner Thonmörtel der in solcher Consistenz zu erhalten ist, dass er von der Kelle schwach abläuft. Lehm ist unter keinen Umständen bei irgend einem Theile von Gasfeuerungsanlagen zu empfehlen,

Digitized by Google

seine bindende Kraft ist viel zu gering und führt zu Undichtheiten aller Art [1]).

Anheitzung der Gasöfen.

§ 32. Das Anheitzen aller Gasöfen hat, sowohl im Beginn mit dem sogenannten Schmokfeuer und im weiteren Verlauf als Gasfeuer, unter Beobachtung einer Summe von Vorsichtsmaassregeln zu geschehen, von denen die Dauerbarkeit des ganzen Objectes wesentlich mit abhängt. Die Gasflamme entwickelt nämlich von Anfang an, gegenüber einer directen Flamme derselben Grösse, eine Intensität, welche den Neuling oft ungeahnt überrascht und dann, wenn das Vorfeuer nicht dauernd und kräftig genug war, dem Ofen leicht tiefe Schäden beibringt.

Die Generatoren zunächst trocknet man nur durch ein ganz gelindes Schmokfeuer bei offnen Schüttverschlüssen so lange, bis die Wände „weiss" werden, d. h. nicht mehr schwitzen; hierauf deckt man letztere zu und lässt die abgehende Wärme auch den Leitungen etwa 24 Stunden lang zu Gute kommen, unter Einwirkung des natürlichen Zuges. Es hat sich durch diese Procedur immer eine Menge Flugasche in den Kanälen und Leitungen angesammelt, welche man bei rechter Zeit noch entfernen muss.

Während dessen kann man gleichzeitig den Verbrennungsheerd vorfeuern, indem man seiner Grösse entsprechend, einen kleinen Rost darauf improvisirt und auf diesem sehr langsam das Feuer so lange steigert, bis der innere Ofenraum etwas anfängt roth zu scheinen. Dies nimmt man am Besten in der Dunkelheit wahr, und es kann dann alsbald Gas zugelassen werden.

Das Vorfeuern ist bei Oefen mit directer Gasfeuerung rascher abgethan als bei solchen mit regenerativer, weil man hier auch Sorge dafür zu tragen hat, dass der complicirte Unterbau, der ja bei jenen gänzlich wegfällt, wenigstens einigermaassen vorgewärmt wird. Hat also der innere Ofenraum die erwähnte Temperaturhöhe erreicht, so öffnet man den Schornsteinschieber und stellt beide Wechselklappen auf die Mitte, wodurch die sonst zu den Arbeitslöchern, oder aus der im Gewölbe (zu dem Zwecke) gelassenen Oeffnung entweichende Wärme gezwungen wird, getheilt durch beide Füchse und Regeneratoren abzugehen. Dies bietet gleichzeitig Gelegenheit den Schornstein, sobald der-

1) Ich kann nicht umhin hier noch zu erwähnen, dass man sich nicht verleiten lassen darf die Regeneratoren früher auszusetzen, bevor Wände und Gewölbe vollständig fertig, gefugt und abgepinselt sind, trotz aller Vorsicht fallen sonst Putztheile dazwischen und führen ohne Noth zu Verstopfungen.

Digitized by Google

selbe neu ist, auch trocken zu feuern, denn ohne letzteres würde derselbe nicht die mindeste Wirkung für den angegebenen Zweck äussern. Man darf jedoch, um die Regeneratoren nicht etwa durch Flugasche zu verstopfen, diese Ausheitzung nicht über 24 Stunden währen lassen, und muss dazu, wenn irgend möglich, Steinkohle verwenden.

Am allerumständlichsten gestaltet sich das Vorfeuern bei den Glasöfen, wo der mürbe Oberbau durch ein geringes Versehen bei dieser Gelegenheit sehr beschädigt werden kann und dann nicht allein starke Risse die Baufälligkeit beschleunigen, sondern auch oft durch ein unaufhörliches Abblättern oder Schlieren des Gewölbes die ganze Campagne mehr oder minder verdorben wird. Das „Auftempern" beansprucht hier, je nach der Grösse des Ofens, eine Zeit von mindestens 8 bis 14 Tagen und geschieht durch sogenannte Wölfe, d. h. kleine Schüren, die man provisorisch an die Stirnseiten des Ofens anbaut, und deren Züge unmittelbar in letzteren minden. Ihre Rostbreite beträgt 8 bis 12 Zoll, ihre Rostlänge $2\frac{1}{2}$ bis 4 Fuss; die Oeffnungen zum Hafensetzen in denen die Züge eintreten, werden mit einer 6zölligen Ziegelwand einstweilen ausgesetzt, welche man auswendig mit Lehm verschmiert. Man darf hierbei den scheinbar geringfügigen Umstand nicht versäumen, eine kleine Oeffnung für den Haken frei zu lassen, mit dem man später diese Wände aufreisst, es geschieht sonst leicht, dass bei ihrer geringen Stabilität eine oder die andere beim Aufreissen durch Versehen oder Ungeschicklichkeit nach innen stürzt und den Fuchs verlegt. Den letzten Tag ist es wegen der grösseren Entfernung dieser Schüren vom Heerd nöthig, mit einem stark flammenden Brennmaterial zu feuern, um damit die Füchse zu erreichen.

Ehe man hierauf den Generator beschickt, muss man sich noch einmal von der Dichtheit sämmtlicher Verschlüsse überzeugen.

Beschickung der Generatoren.

§ 33. Die Beschickung der Generatoren geschieht bei solchen mit Planrosten derart, dass man zuerst eine Schicht Hobelspäne über letztere gleichförmig ausbreitet; auf diese legt man kreuzweise 2 Schichten ganz trockenen Holzes und schüttet sodann erst einige Kübel klares Brennmaterial auf, füllt aber den Generator bis zur Mündung sofort mit dem gröberen ehe man anzündet. Bei Pult- und Treppenrosten ist es besser, das Feuer nach und nach von unten nach oben zu leiten, und erst wenn der ganze Rost mit Gluth bedeckt ist, zuzufüllen, es entstehen

Digitized by Google

sonst todte Stellen, die sich nur sehr langsam ausgleichen. Generatoren mit gepresstem Winde sind höchst subtil anzublasen; bei Regenerativöfen stelle man die Gasklappe eine kurze Zeit auf den Schornstein, sobald man zugefüllt und den Verschlussdeckel aufgesetzt hat, um die Gasentwickelung zu begünstigen, besonders dann, wenn Stein- oder Braunkohle gefeuert wird.

Entwickelung der Gasflamme.

§ 34. Bei Gasöfen mit gepresstem Wind ist augenblicklich das wünschenswerthe Gasquantum zu beschaffen, nicht so bei den Regenerativöfen, wo das Gas durch den natürlichen Zug gezwungen, sich erst so zu sagen mühsam durch das Netzwerk des Regenerators winden muss. Dem Fuchse entströmen anfänglich nur Wasserdämpfe des Unterbaues, das Gas staut zurück und hüllt, indem es durch die Roste dringt, die Umgebung oft stundenlang in einen dichten Nebel. Je wasserfreier das Gas an sich selbst ist, desto eher wird es brennen und man darf das Vorfeuer durchaus nicht früher abgehen lassen, ehe man die Ueberzeugung gewonnen hat, dass die Gasflamme sich selbstständig erhält. Gas- und Luftzutritt sind auf das geringste Mass zu beschränken, wogegen der Zug möglichst kräftig zu wirken hat. Nach Zeit von 1 bis $1^1/_2$ Stunden wird bei Erfüllung dieser Bedingungen in der Regel die Flamme derart entwickelt sein, dass man wechseln kann, und sie wird nun von dieser Seite durch die stattgehabte Vorwärmung der Regeneratoren in der halben Zeit sich ausbilden. Hat man das Wechseln hierauf etwa 4 bis 5 Mal in halbstündigen Pausen wiederholt, so ist dann das Vorfeuer entbehrlich und das Auffeuern geschieht durch ganz allmäliges Vermehren des Gas- und Luftzutrittes mit der Gasflamme allein. In demselben Maasse als man die letztere verstärkt, muss aber der Zug, wenigstens bis auf eine gewisse Grenze, vermindert werden und zwar immer soweit, dass die Flamme einen fortwährend zusammenhängenden Strom bildet und nicht in abgerissenen Fragmenten durch den Ofen fliegt. Beobachtet man dies nicht, so tritt eine merkliche Abkühlung des Heerdes bald ein, während die Regeneratoren voraneilen.

Die Zeit bis zu welcher die höchste Temperatur erreicht werden darf, richtet sich nach Grösse und Gattung des Ofens. Bei Glühöfen reichen 18, bei Schweissöfen 24 bis 30 Stunden aus, bei Glasöfen sind mindestens 48 bis 60 darauf zu rechnen, die regelmässigen Chargen oder Schmelzen treten aber erst gewöhnlich nach der dritten bis vierten Beschickung ein, da der

Digitized by Google

Ofen bis dahin selbst noch ein grosses Quantum Wärme absorbirt.

Ist die höchste Temperatur das erste Mal erreicht, so ist das Wechseln bei Oefen mit hohen Hitzgraden von Viertel- zu Viertelstunde, bei solchen mit niederen Hitzgraden halbstündlich vorzunehmen. Ich habe diese Pausen immer als solche erkannt, durch welche das Gleichgewicht auf beiden Seiten am Besten erhalten bleibt. Die Klappen müssen hierbei möglichst a tempo und rasch umgestellt werden, um die statthabende Unterbrechung abzukürzen, und um kleine Explosionen zu verhüten, welche entstehen, sobald bei zu langsamem Umstellen sich etwa Luft und Gas von der entgegengesetzten Seite treffen.

Luftzuführung bei Regenerativöfen.

§ 35. Den Luftzutritt in der erforderlichen Weise zu reguliren ist eine sehr wesentliche Aufgabe für den Schürer oder Meister beim Ofen, und eine gewisse Unfehlbarkeit darin kann nur durch längere Praxis und ein unausgesetztes Beobachten der Flamme gewonnen werden. Um letzteres leicht zu machen (und davon hängt gewöhnlich viel ab) muss die Saugöffnung mit einem dicht schliessenden und bequem zu dirigirenden Schieber versehen sein. Da die Regenerativöfen eine auffallende Empfindlichkeit für die Luftzuführung besitzen, so muss man sich von vornherein einer gewissen Oekonomie hierin befleissigen und jeden Ueberschuss zu vermeiden suchen. Die dadurch herbeigeführte Abkühlung ist besonders bei ungünstigen Zugverhältnissen oft schwer wieder zu repariren. Der Querschnitt der Luftzuführung wird immer ein auffällig kleinerer sein als der der Gaszuführung, obgleich letztere dem Volumen nach nur ca. die Hälfte der ersteren im chemischen Sinne sein soll. Es liegt dies einestheils darin, weil das Gas in diesem rohen Zustande mehr oder weniger durch eine Menge flüchtiger Körper verunreinigt ist, welche während der Verbrennung keine höhere Oxydationsstufe annehmen, z. B. schwefliche Säure, ammoniakalische Verbindungen, Kreosot u. s. w. anderntheils in der etwas grösseren Geschwindigkeit, welche der Luft, begünstigt durch den kürzeren Weg und geringere Reibungshindernisse, innewohnt.

Je solider die Bauart des Ofens war, desto länger bewährt er seine Empfindlichkeit für die Luftzuführung, Defecte, besonders am Unterbau, machen sich zuerst durch eine Stumpfheit in dieser Beziehung bemerklich.

Digitized by Google

Der grosse Werth der Gasfeuerung liegt neben der Ersparnisse an Brennmaterial, welche man durch die sehr genaue Bemessung der Verbrennungsluft zu erzielen im Stande ist, in zweiter Linie in der ausserordentlichen Schnelligkeit mit welcher man jede beliebige Länge der Flamme nach oxydirender oder reducirender Wirkung erreichen kann. Besonders bei allen metallurgischen Prozessen, wo diese Wirkung mühsam und dennoch selten scharf durch verschiedenartiges Einschüren in der directen Feuerung zu treffen ist, ist dieser Vortheil von grosser Bedeutung.

Betriebsstörungen.

§ 36. Die Betriebsstörungen, denen eine Gasfeuerung ausgesetzt ist, können hauptsächlich in dreierlei Ursachen ihren Grund haben: 1) in der unregelmässigen Bedienung, 2) in der Verstopfung der Leitungen und 3) in Defecten des Ofens selbst.

Eine Folge unregelmässiger Bedienung ist vor Allem starke Verschlackung der Generatoren, worüber bereits das Erforderliche gesagt wurde. Die dadurch entstehende theilweise Verbrennung der Gase in den Leitungen führt aber nicht allein zu Explosionen, sondern es tritt auch selbstredend eine frühzeitige Zerstörung aller Eisentheile ein, die mit dem Gase in unmittelbare Berührung kommen. Ein praktisches Erkennungsmittel, dass in dieser Beziehung Alles in Ordnung ist, liegt darin, dass man die Hand momentan auf jenen Theilen erleiden kann, oder, dass darauf gespritztes Wasser nicht zischt. — Zur regelmässigen Bedienung gehört auch das pünktliche Beschütten des Generators. Der Schürer darf es besonders im Anfang nie versäumen bei dieser Arbeit das Absperrventil zu schliessen, da der Generator sonst durch die Füllöffnung Luft ansaugt und damit Entzündungen oder Explosionen entstehen. Es giebt natürlich immer einen Punkt der Absperrung wo ein Gleichgewicht der Gase gegenüber der äusseren Luft stattfindet, doch ist derselbe abhängig von dem momentanen Zuge. Ein geübter Schürer trifft ihn ziemlich sicher und vermeidet dadurch allerdings Gasverluste, sowie alle Nachtheile für die Sinne, welche damit verbunden sind, und ist es besonders auch aus diesem Grunde wünschenswerth die Absperrung möglichst dicht an den Generator zu legen.

Verstopfungen der Gasleitung im Allgemeinen machen sich zunächst dadurch bemerklich, dass die Flamme bei ganzer Oeffnung des Absperrventils nicht mehr die ursprüngliche Fülle besitzt und dasselbe über eine niedere gewisse Grenze hinaus keinen regulirenden Einfluss mehr äussert. Man öffnet solchen-

Digitized by Google

falls beide Endpunkte der Leitung rasch, und sollte das Gas nicht von selbst sofort in Brand gerathen, so steckt man es am Ausgangspunkte an, in beiden Fällen erfolgt dies unter einer leichten Detonationserscheinung. Bei Regenerativöfen muss man die Gasklappe auf den Schornstein stellen, damit der Rauch nach dahin schnell entweicht. Sollten sich durch eine öftere derartige Manipulation die Theerverbrennungsproducte zu sehr angehäuft haben, so sind dieselben mittels einer Krücke von entsprechender Form, gleichzeitig aus den Reinigungsverschlüssen herauszuziehen. Die ganze Arbeit nimmt bei einiger Uebung nicht länger als $^1/_4$ Stunde in Anspruch, und muss, vorausgesetzt, dass die Leitungsquerschnitte nicht zu klein sind, im Sommer gewöhnlich nach 6—8 Wochen, im Winter allmonatlich vorgenommen werden. Ist das Brennmaterial sehr trocken und sein Gas specifisch leicht, so können diese Perioden wohl auch noch weit grösser sein.

Eine Theerverstopfung der Wechselklappe bei Regenerativöfen ist sofort daran kenntlich, dass dieselbe beim Anschlagen keinen hellen Klang mehr von sich giebt, es findet damit natürlich auch ein undichter Schluss und Gasverlust nach dem Schornsteine statt [1]). Man sperrt solchenfalls den Generator ab, zündet die Theerkruste an, und fegt die Klappe noch mit einem Ruthenbesen sorgfältig aus. In der Regel muss man Kanal- und Klappenreinigung gleichzeitig bewerkstelligen. Die Zweigkanäle zwischen Regeneratoren und Klappen halten sich stets von selbst rein.

Bei der directen Gasfeuerung tritt besonders ein häufiges Verlegen des Verbrennungsapparates durch Flugasche ein, weshalb derselbe stets so zu situiren ist, dass man ihm leicht beikommen, ihn resp. ausputzen kann.

Betriebsstörungen durch Defecte. Solche entstehen zuerst in der Regel an den Füchsen und zwar bei verticalen durch Ausweitung, bei horizontalen durch Senkung oder Ausweitung. Die Flamme zeigt dann, in Folge der mangelhafteren Mischung von Gas und Luft, hier und da dunkle Streifen und verliert somit mehr und mehr an Intensität. Um nicht Zeit und Brennmaterial zu opfern, ist es immer vorzuziehen die Reparatur ohne langes Bedenken auszuführen; denn man kann sich mit einem schadhaften Fuchse unter Umständen wohl längere Zeit nothdürftig

1) Wenigstens bei Anwendung von Klappen nach Figg. 34 und 35.

Digitized by Google

behelfen, gewöhnlich aber nur, wenn man das Facit zieht, unter Opfern, die mit einer rasch ausgeführten Reparatur in keinem Verhältnisse stehen. — Verticale Füchse der Glasöfen dauern die ganze Campagne 7—9 Monate aus, sobald die Bank von ganz solidem Materiale angefertigt ist; die horizontalen Füchse der Schweiss- und Puddelöfen dagegen werden selten über 5 Wochen gute Dienste leisten. Wenn man die Steine fix und fertig bearbeitet bis zum Zusammenfügen in Vorrath hält, so ist die Reparatur bei der schnellen und gefahrlosen Abkühlung solcher Oefen auch sehr bald bewerkstelligt, und ein Aufenthalt von länger als 3 Tagen damit nicht verknüpft.

Sind bei einem Regenerativofen alle Theile nach eingehender Prüfung in gutem und normalem Zustande befunden worden, die Flamme zeigt sich aber trotzdem von der einen oder von beiden Seiten auffällig dünn oder wolkig, so ist dies ein sicheres Zeichen von Verstopfung der Regeneratoren [1]) oder einem Zusammenschmelzen der oberen Steinschichten. Dieser Uebelstand ereignet sich am häufigsten bei Oefen mit kurzen Heerdflächen, verbunden mit hoher Temperatur, also vor Allem bei Puddel- und Schweissöfen. Das Auswechseln der zusammengeschmolzenen Steine ist hier eine sehr leichte Sache, man verbindet es mit der Reparatur der Füchse, indem man die Aufbruchöffnungen [2]) sofort nach Kaltstehen des Ofens aufreisst.

Bei Glasöfen, wo dieses Auswechseln während der Campagne durchschnittlich einmal vorgenommen werden muss, verfährt man folgendermaassen. Man sperrt zuerst den Schornstein ab, damit die zuvor kurz gezogene Flamme nur durch die Arbeitslöcher schlagen kann, öffnet die Aufbruchstelle und kühlt durch einen feinen Wasserstrahl den Regenerator beständig ab, hierauf werden die schadhaften Steine mittels einer zu diesem Zwecke vorgerichteten langen Zange herausgerissen und durch neue ersetzt. Mit dem danebenliegenden Regenerator verfährt man in gleicher Weise. Ist man so mit der einen Seite des Ofens fertig, so öffnet man den Schornstein und verlängert die Flamme um die kalten Regeneratoren durch sie einige Stunden bestreichen zu lassen, dann wiederholt man dasselbe Manöver auf der anderen Seite. Sind alle Vorbereitungen gut getroffen, so nimmt diese Arbeit nicht länger als 24 bis 36 Stunden in Anspruch, der

1) Bei Sodaschmelzöfen, siehe unten.

2) Siehe unten Schweiss- und Puddelöfen.

Digitized by Google

Heerd bleibt während der Zeit roth. Selbstredend ist es vortheilhaft mit dieser Manipulation das Hafensetzen gleichzeitig zu verbinden.

Totale Schadhaftigkeit des Oberbaues bekundet sich ebenso wie überall. Mangelhafter Zug und schlechte Verbrennung bei starker Brennmaterial-Consumtion geben das sichere Zeichen, dass die Campagne zu Ende geht. Bei Regenerativöfen hört man auch nicht selten ein eigenthümliches Brausen, gerade so als ob der Schornstein geschlossen wäre, wo die Flamme einen Ausweg durch alle Heerdöffnungen suchend, dieses Geräusch veranlasst. Ersteres rührt aber davon her, dass das ankommende Gas bereits theilweise im Regenerator verbrennt, indem dieser durch eine defecte Stelle Luft ansaugt. Es ist dann eine ganz genaue Untersuchung und sorfältiges Verkitten aller Fugen dieses Regenerators dringend geboten.

Eigenschaften des Gasschürers.

§ 37. Die Bedienung jeder Gasfeuerungsanlage erheischt einen gewissen Grad von Intelligenz, Unerschrockenheit und Nüchternheit seiten des Arbeiters gegenüber der Bedienung eines directen Feuers, wo Alles nur auf ein richtiges Einschüren und Putzen des Rostes ankommt. Wo die Gasfeuerung neu eingeführt wird, erscheint es als unbedingt nöthig, dass sich der technische Dirigent selbst mit den nöthigen Handgriffen praktisch vertraut macht und dem Schürer oder Meister die Verhaltungsmaasregeln nach und nach einprägt, ohne sein Gedächtniss auf einmal zu überlasten, es entsteht sonst leicht eine Begriffsverwirrung und schlecht angebrachte Aengstlichkeit bei dem Manne. Besonders gilt dies für die so complicirte regenerative Gasfeuerung. Ist aber überhaupt das Individuum im Besitze obiger Eigenschaften, für diesen Zweck geeignet, so findet sich mit dem steigenden Interesse ein gewisser Stolz die ganze Anlage in gutem saubern Zustande zu erhalten, und 6—8 Wochen reichen dann aus, einen tüchtigen Gasschürer zu bilden.

Physikalische Eigenschaften der Gase.

§ 38. Für die praktische Erkennung der Qualität eines Gases dienen, ähnlich wie beim Leuchtgase, besonders die Geruchsnerven, man unterscheidet sie aber auch bald durch die Farbe: Im Allgemeinen zeigt das Holzgas eine mehr bläuliche Farbe bei vorherrschend starkem Kreosotgeruch; Gas aus der Norddeutschen Braunkohle eine weissliche Farbe wegen des ziemlich hohen Wassergehaltes mit meist einem Geruch, der verbranntem Bernsteine ähnelt; speziell Bitterfelder und Hallenser Kohle entwickeln ein Gas von hellgelber Farbe mit scharfem

Digitized by Google

Theergeruch, desgleichen die böhmische Braunkohle, nur ist deren Gas gewöhnlich tiefgelb; das Steinkohlengas zeigt eine mehr olivengrüne Färbung verbunden mit intensivem Theergeruch. Die nächste Umgebung eines Steinkohlengenerators überzieht sich auch bald mit einem schwachen klebrigen Theerniederschlage. Die Torfsorten endlich liefern bei ihrer grossen Mannichfaltigkeit ein Gas, dessen Eigenschaften sich denen aus Holz und Braunkohle erzeugten, mehr oder minder nähert. Erhöhter Wassergehalt schwächen bei allen Gattungen diese Merkmale in entsprechendem Grade, ebenso ein bedeutender Gehalt an Schwefel und Erden.

Eigenschaften der Baumaterialien. Bezugsquellen.

§ 39. Thon und feuerfeste Steine spielen bei Herstellung besonders eines Regenerativ-Gasofens, wenn man die Kosten der gesammten Anlage ins Auge fasst eine so grosse Rolle, dass man immer nur das Beste hierin wählen sollte, denn die augenblicklich vielleicht erzielte Ersparniss einiger Transportspesen, rächt sich oft schwer durch den frühzeitigen Ruin der ganzen Anlage. Ungünstig für die Feuerbeständigkeit des Thones wirkt immer die Beimischung von Alkalien, Eisenoxydul, Kalkerde und Magnesia, strengflüssiger dagegen wird derselbe durch den Zusatz von ganz reinem Sand. Mit Rücksicht hierauf kann man die Porzellanerde (Kaolin) als die feuerbeständigste, den Mergel als die leichtflüssigste Thonart bezeichnen.

Für Deutschland sind es meines Wissens folgende 4 Orte, welche zu Ofenbau- und Hüttenzwecken überhaupt, die vorzüglichsten Thonarten liefern: Gross-Allmerode in Hessen, Coburg, Meissen (Löthain) und Kralowitz in Böhmen.

In Bezug auf Egalität der Arbeit und Feuerbeständigkeit musste ich bisher Meissner Chamottsteinen, von den vielen Sorten die mir während meiner Praxis gedient haben (die englischen nicht ausgenommen), den Vorzug geben.

Ich kann am Schlusse dieses Theiles nicht umhin bei der Wichtigkeit der Sache einen Auszug der Thonarten-Tabelle zu geben, welche Dr. C. Schürr zusammengestellt hat, und welche mir als die vollständigste und reichhaltigste bekannt ist [1]).

1) Die Praxis der Hohlglasfabrikation v. Dr. O. Schürr, Berlin 1867.

Digitized by Google

Fundort.	Wasser	Kiesel-säure	Thonerde	Eisen-oxydul	Kalk	Mag-nesia	Bemerkungen.
Abondand bei Dreux (Dép. Eure et Loire)	13,10	50,60	35,20	0,40	—	—	Weiss, plastisch, feuerfest. Zur Fayencefabrication, Porzellankapseln, Schmelztiegeln.
Belin (Dep. Ardennes) . .	8,64	63,57	27,45	0,15	0,55	—	Grau, plastisch, unschmelzbar, aber in stärkster Gluth der Porzellanöfen etwas sinternd; zu Fayence.
Echassières (Dép. Allier) .	16,40	49,20	34,00	—	—	—	Weiss, plastisch, unschmelzbar.
Ganjac (Dep. Landes) . .	14,50	46,50	38,10	—	Spur.	—	Weiss, plastisch, zu Porzellankapseln.
Klingenberg (Dep. Vogeses)	16,00	48,32	32,48	1,52	1,64	Spur.	Grau, plastisch, zu Glashafen und Giesstiegel für Glashütten.
Hayange (Moselle) . . .	7,50	66,10	19,80	6,30	—	—	Sandig, gelblich zu feuerfesten Steinen.
Provinz (Seine et Oise) . .	—	57,00	37,00	4,00	1,70	—	Weisslich, plastisch, zu feuerfesten Steinen und zu Porzellankapseln in der Fabrik zu Severs.
Retourneloup (Seine et Marne)	16,96	42,00	38,96	0,85	1,04	0,17	Grau plastisch mit rothen Adern, unschmelzbar. Anwendung wie vorher
(Salavas (Ardèche) . . .	11,05	58,76	25,10	2,50	Spur.	2,51	Roth, plastsich, mit Glimmerblättchen, unschmelzbar. Zu Gussstahltiegeln.
Bornholm (Dänem) . .	5,92	72,50	19,50	1,00	0,18	0,50	Grau, plastisch, zu Porzellankapseln.
Helsingborg (Schweden) .	9,00	60,70	20,45	7,95	0,55	0,47	Graulich, plastisch, zu Steingut.
Gloukoff (Russland) . . .	16,50	46,35	37,00	—	—	0,15	Weiss, plastisch, zu Porzellanmasse.
Devon (Engl.)	11,20	49,60	37,40	—	—	—	Grau, plastisch, zu Steingut.
Longport (do.)	10,60	54,50	16,50	13,50	3,37	—	Violet, plastisch, zu Ziegelein.
Stourbridge (do.) . . .	17,34	45,25	28,74	7,72	0,47	—	Schwarz, wenig plastisch. Zu Gussstahltiegeln und feuerfesten Steinen.

Digitized by Google

Fundort.	Wasser	Kieselsäure	Thonerde	Eisenoxydul	Kalk	Magnesia	Bemerkungen.
Ardennes (Belgien) . . .	19,00	52,00	27,00	2,00	—	—	Weiss, plastisch, zu Fayence, Glashafen, Tiegeln etc.
Antragues (Belgien) . . .	9,00	71,00	19,00	—	—	—	Grau, plastisch, sehr gesucht zur Darstellung von Glashafen, Gasretorten, feuerfesten Steinen, Fayence.
Lautersheim (Rheinpr.) .	13,56	49,00	33,09	2,10	2,00	0,20	Weisslich, plastisch zu feinem Geschirr.
Gross - Almerode (Hessen)	14,00	47,50	34,37	1,24	0,50	1,09	Plastisch, grau, zu Schmelztiegeln.
Meissen (Sachsen) . . .	11,70	61,52	20,92	0,50	0,02	4,97	Schwärzlich, quarzführend zu Porzellankapseln.
Theuberg (Böhmen) . . .	10,00	38,39	27,94	Spur.	2,74	1,00	Grau, plastisch, zu Porzellankapseln.
Gottveith bei Krems (Oester.)	10,00	65,60	20,75	2,00	1,65	Spur.	Schmutzig, hellgrün, mit rothen Flecken, zu Porzellankapseln.

G. Lichtenberger in Dresden gab folgende Analysen:

Kralowitzer Thon.			Meissner Thon v. Löthayn.		
feucht	trocken		feucht	trocken	
Kieselerde 50,559	58,441		Kieselerde 55,02	55,815	
Thonerde 30,569	35,334		Thonerde 39,47	40,062	
Eisenoxyd 3,809	3,822		Eisenoxyd 1,70	1,725	
Wasser 13,493	— —		Wasser 1,55	— —	

Kalk und Mangan bei Beiden in Spuren.

Digitized by Google

Specieller Theil.

Erstes Kapitel.

Zur Glasfabrikation.

§ 40. In keinem Zweige der Hüttenindustrie haben sich wohl die primitiven Einrichtungen in so ausgedehntem Maasse zu erhalten gewusst, als bei der Glasmacherei. Man findet z. B. in Böhmen, der Wiege deutscher Glasindustrie, bei der überwiegenden Anzahl der Glashütten ganz dieselben Schmelz- und Nebenöfen, wie sie vor Jahrhunderten nicht anders gewesen sind; Süddeutschland, Polen, Russland, überhaupt alle Gegenden, in denen man sich vorherrschend noch des Holzes bedient, machen davon keine Ausnahme. Es mag sein, dass diese forstvertilgenden Heerde, einer wesentlichen Verbesserung nach ihrer Art eben nicht sehr fähig sind, es ist aber eine Thatsache, dass sie durch die mehr und mehr Platz greifende Kohlenindustrie, und man kann wohl sagen zum Heile der Waldkulturen, alljährlich reducirt werden [1]). Allgemeines

Die Anwendung eines anderen Brennmateriales als des Holzes ging zunächst von England aus, und verbreitete sich nach dem Rheine und Deutschland, soweit die Steinkohlenregion erschlossen war. Das Schmelzen von Glas mit Ligniten, Braunkohle und Torf ist aber eine Errungenschaft der Neuzeit, sie ist es, wenn man auch nicht im Stande war bei directem Feuer die feinen Fabrikate zu erzielen, welche man durch Holz und Steinkohle producirte. Die wichtigste Bedingung: Fernhaltung

1) In diesem Decennium hat sich, wenigstens in Böhmen, durch grossartigen Aufschluss des Braunkohlenbeckens dieses Verhältniss speciell sehr zu Gunsten der Forsten bereits gebessert.

Digitized by Google

der Verbrennungsproducte von der Glasmasse, erfüllte sich bei Anwendung der Steinkohle meist von selbst, oder man schmilzt in verdeckten Hafen, beim Holze sind sie wie bekannt unschädlich. Nicht so bei Anwendung der übrigen Brennstoffe, wo man in offenen Hafen schmelzen muss, um den erforderlichen Hitzgrad zu erreichen.

Dieser Umstand, neben den gebieterischer in den Vordergrund tretenden Rücksichten auf grössere Oekonomie der Brennstoffe (Verwendung der Klarkohle) war es wohl hauptsächlich, welcher auch hier die Gasfeuerung zur Einführung bei der Glasfabrikation brachte. Trotz der gerade hier zu enormen Vortheile stand aber dieselbe, wenigstens der Eisenfabrikation, lange Zeit nach. Die Gründe liegen ziemlich nahe. Ein Glasfabrikant hat bei Einführung neuer Schmelzofenconstructionen im Verhältniss das grösste Risico unter allen Hüttenproducenten zu bestehen. Jeder Fachkundige weiss, was es zu bedeuten hat, wenn eine solche Construction sich als unbrauchbar herausstellt, wo abgesehen von den Verlusten durch Brennmaterial, Hafen, Glas u. s. w. der Zeitverlust der empfindlichste ist. Ein Glasofen bedarf unter allen Flammenöfen weitaus die längste Zeit bis zur vollen Betriebsfähigkeit, und der Hüttenherr befindet sich während dessen in der weniger angenehmen Lage dem Arbeiterpersonal die nöthigen Vorschüsse zu leisten.

Ein zweiter Grund liegt aber unzweifelhaft in der häufig exponirten Lage der Glasfabriken. Das Personal hält sich mit sehr seltenen Ausnahmen in einer consequenten Abgeschlossenheit und macht es allen Neuerungen ausserordentlich schwer, Eingang zu finden, ja mir sind Fälle bekannt, dass die Glasmacher auf ihr patriarchalisches Verhältniss zur Hütte pochend, eine Opposition in dieser Beziehung formirten, welche den besten Willen schliesslich lahm legte.

Es besteht ferner, besonders in den Holzhütten, meist die Einrichtung, dass der Dienst des Schmelzens von dem des Schürens streng geschieden, und der Schürer nur dem Tagelöhner gleichgeachtet und bezahlt ist. An diesem Systeme kann bei Einführung der Gasfeuerung allerdings nicht strikt festgehalten werden, sondern es muss der Schmelzer entweder die Bedienung des Ofens selbst dirigiren können, oder die Stellung des Schürers muss gehoben, und damit seine Intelligenz angespornt werden. In beiden Fällen ist es aber trotzdem unum-

Digitized by Google

gänglich, dass sich der Schmelzer mit den Einrichtungen der Anlage vollständig vertraut macht.

Vortheile der Gasfeuerung b. d. Glasfabrikation.

§ 41. Bezüglich der Vortheile der Gasfeuerung für die Glasfabrikation ist vor Allem die Reinheit der Flamme hervorzuheben, welche hier, allen anderen Hüttenprozessen gegenüber, von überwiegendem Werthe ist, denn sie ermöglicht das Schmelzen hochfeiner Gläser mit jedem Brennmateriale ohne besondere Vorsichtsmaassregeln, und verleiht dabei der Waare einen schönen Lüster. Andererseits wird dem Glasmacher, durch den Abzug der Flamme innerhalb des Ofens, die Arbeit sehr erleichtert, ebenso der Aufenthalt in den Hüttenräumen nie unangenehm oder gar unerträglich, wie es bei Oefen mit directer Feuerung der Fall ist, wenn die Schmelze von Neuem beginnt, oder Witterungsverhältnisse eintreten, die für die Lage der Hütte ungünstig einwirken. Damit ist aber auch zugleich eine bedeutend längere Schmelzdauer verknüpft, was bei der Gasfeuerung gar nicht, oder doch nur in sehr geringem Grade stattfindet.

Mittels directer Braunkohlen- und Torffeuernng, werden bei guter Qualität der betreffenden Brennstoffe besonders ordinäre bunte Gläser und halbweise Waare fabricirt, die Glassätze müssen aber um 20 bis 30 Proc. weicher eingestellt werden als bei Holz- und Steinkohlenöfen. Hierdurch befindet sich der Fabrikant nicht allein pecuniär im Nachtheile, sondern die Gläser zeigen auch weniger Glanz und sind weniger widerstandsfähig gegen chemische und atmosphärische Einflüsse. Das so erzeugte Fensterglas ist am wenigsten begehrt, weil es sehr rasch blind wird. Letzteres kann auch wegen der Flugasche nicht bei demselben Feuer ausgearbeitet werden, sondern man feuert während der Arbeit entweder Holz, und man vergast das Brennmaterial und leitet den Gasstrom ohne Weiteres durch die Schüren in den Ofenraum.

Gasfeuerung während der Arbeit.

§ 42. Fig. 46 (Schnitt CD) und Fig. 47 (Schnitt AB) stellt einen derartigen Ofen mit Arbeitsarmirung dar. Sobald nämlich das Glas blank ist, werden die Roste *d d* mit einer 4 bis 5 Zoll hohen Compost-Schicht *a a* aus Lehm und Stroh sorgfältig bedeckt, zwei 10 bis 12 Zoll weite Knierohre *b b* von starkem Blech mit einem Schenkel in die Schüren, mit dem andern in die Ausgänge der Gaskanäle *c c* gesteckt und die Communicationsstellen gut verschmiert. Hierauf wird der Generator frisch beschürt und das Gas zugelassen, was sich unter Zutritt der äusseren Luft in dem Ofenraum alsbald entzündet.

Digitized by Google

Die durch eine solche Gasflamme erzielte Temperatur reicht oft knapp aus, um das Glas nur arbeitsflüssig zu erhalten, bei der Weichheit und der hier beim Ausarbeiten bedingten Strengflüssigkeit des Glases, gewiss ein sehr bescheidenes Maass, aber trotzdem muss alle 3 Stunden gerastet werden, um das Einfrieren desselben zu vermeiden.

Man findet dergleichen Oefen auf dem böhmischen Braunkohlenbecken und zwar werden die Generatoren, soweit ich sie kenne, durch den Zug des Glasofen selbst in Thätigkeit gesetzt. Hier würde ein Generator mit gepresster Luft weit bessere Dienste leisten. Die ganze Arbeit des Gaszu- und Ableitens ist eine höchst mühevolle und zeitraubende und ehe das Gas sich entzündet ist die Hütte stundenlang mit dichtem Rauche in unerträglicher Weise angefüllt.

Paduschkasche Gasfeuerung.

§ 43. Ein unleugbares Verdienst um die Einführung der Gasfeuerung bei der Glasfabrikation haben sich die Gebrüder Klein erworben; sie waren wohl überhaupt die ersten, welche vor ca. 20 Jahren Gas zum Schmelzen und Ausarbeiten in Anwendung brachten, durch das Paduschka'sche Patent[1]) vom Jahre 1854. Es war die Glasfabrik dieser Herren in Göding bei Tscheitsch in Mähren, wo jene ersten Versuche mit Erfolg, und zwar unter Anwendung der in der dortigen Gegend auftretenden Braunkohlenart, durchgeführt wurden.

Fig. 48 veranschaulicht den betreffenden Gasentwickelungsapparat im Längendurchschnitt. *a* ist der Generator mit dem Füllrohre *b* das einen doppelten Verschluss hat. Die Gase entweichen durch das Rohr *c* und vereinigen sich mit denen eines zweiten Generators durch *e* in *f*; der hermetisch verschliessbare Stutzen *g* steht durch einen Kanal *u* mit einem Schornsteine in Verbindung, um die Gase eventuell dahin abzuleiten, letztere treten hierauf in den Condensator *ik*, wo sie mittels der Kaltwasserbrause *l* roh gereinigt und besonders von Flugasche befreit werden sollen. *p* ist der Ventilator welcher das Gas von beiden Generatoren nach dem Schmelzofen befördert, nachdem sie zuvor den Theersammler *r* und das Sicherheitsventil *t* passirt haben.

Der Apparat ist grösstentheils aus Blech construirt und bedarf, wie leicht ersichtlich, grosser Pflege und Aufsicht. Eine gründliche Reinigung ist nach jeder Schmelze erforderlich, welche angeblich 16—24 Stunden dauert Aus 6 Hafen wurden hierbei

1) Dr. Zerrener, die Gasfeuerung in Tscheitsch etc. Wien 1856.

Digitized by Google

pro Tag 96 Schock Hohl- oder 60 Schock Tafelglas erzeugt, die Betriebskraft für Brause und Ventilator betrug 4 bis 5 Pferdekräfte, der Kohlenconsum 115 Ctr. pro Schmelze Alles in Allem. Die Kohle selbst ist von nur geringer Qualität. Als Verbrennungsapparat könnte hier der in Fig. 26 erläuterte Anwendung finden; die Verbrennungsluft muss mittels eines Schlangenrohres oder in einem Röhrenkasten im Schmelzraume vorgehitzt werden und bedarf zu diesem Zwecke eines besonderen Ventilators.

Die Construction des Generatorrostes ist eine veraltete, wie ich beiläufig bemerken will, es würde hier das bereits über Treppenroste Gesagte Anwendung zu finden haben, nur kann die Schütthöhe dieselbe bleiben wenn dem Ventilator die entsprechende Zugkraft gegeben wird.

Schinz'scher Glasöfen.

§ 44. Eine der bekannteren, und auch an einigen Orten zur Ausführung gekommene Glasofenconstruction mit Gasfeuerung ist die von Schinz. Dieselbe strebt die rationellste Ausnutzung der abgehenden Gasflamme zugleich an, weshalb sie auch zu einem ausserordentlich verwickelten Bau sich gestaltet, der, wenn er wirklich in allen Theilen regelmässig functioniren soll, nicht seltenen Reparaturen ausgesetzt ist. Die Construction ist an sich eine höchst sinnreiche, sie ist für Tafelglasfabrikation berechnet und erfüllt dreierlei Zwecke: das Schmelzen, Strecken und Auftempern der Hafen mittels ein und derselben Flamme, Fig. 49 stellt den Längendurchschnitt im Aufriss, Fig. 50 den im Grundriss (bei Ansicht des Streckofens) und Fig. 51 einen Querdurchschnitt durch den Schmelzofen dar.

Der Generator *a a* ist hier nutzbar für Holzabfälle, Torf und gute Braunkohlen; *b b* der durch eine Zunge zum Abhalten der Flugasche getheilte Gaskanal; *c c* Rohr zum Einblasen der erhitzten Verbrennungsluft, *d d* die Abflüsse für das Heerdglas. Die aus den 6 Arbeitslöchern *e e* tretende Flamme dringt zunächst durch die Kanälchen *f f* nach einem Raume *g g*, welcher den Luftheitzungsapparat einschliesst. Dieser besteht aus einem weiten elliptischen Rohre *h h* von Gusseisen, in welches die atmosphärische Luft durch ein engeres Rohr *i i* eingeblasen wird und hierauf rückwärts gehend ein zweites, ebenfalls in *h h* eingeschlossenes Rohr *k k* passiren muss, um endlich durch das vorerwähnte Rohr *c c* zur Wirkung mit den einströmenden Gasen zu gelangen. Damit dies möglichst intensiv geschehen kann, ist *c c* am untern Ende nach vorwärts vielfach durchbohrt.

Digitized by Google

Die Regulirung der Verbrennungsluft erfolgt selbsthätig durch einen Regulator *l*. Dieser wird nämlich mittels einer Stange *m m* die im Innern des Rohres *k* liegt, und zu dem Zwecke als Verzahnung endigt (vermöge der fortwährend stattthabenden Ausdehnung und Zusammenziehung von *m m*), hin und her bewegt. Indem dann von *l* aus eine Schnur die Admissionsklappe *n* dirigirt, wird die unter den Rost bei *o* geleitete Verbrennungsluft für den Generator, als auch jene für den Schmelzraum in *c* zugleich regulirt. *p p* Hauptwindleitung, *q q* Raum zum Auftempern der Hafen, darüber der Streckofen *r r*, welcher durch entsprechend angelegte Züge *u u* die nöthige Hitze empfängt. Die Stange *m m* ist am andern Ende fest verankert, aus Kupfer hergestellt und in ihrem Lager bei *l* scharf eingedreht, damit keine Luft nebenseitig entweichen kann. Durch die Züge *t t* endlich geht auch die im Streckofen benutzte Wärme nach dem Luftheitzungsapparat ab.

Regenerative Gasfeuerung.

§ 45. Viele der kleineren Glashütten lassen sich ihr Bau- und Schmelzmaterial entweder auswärts mahlen oder zerkleinern es selbst durch Menschenhände. Während bei der übrigen Hüttenindustrie die motorische Kraft zur Anlage einer directen Gasfeuerung meist ausreichend schon vorhanden ist, muss sie also hier in nicht seltenen Fällen erst neu geschaffen werden. Besonders dieser Umstand ist es mit, welcher der regenerativen Gasfeuerung unbedenklich die volle Zukunft in der Glasfabrication sichert und beträgt auch die Zahl dieser Oefen bereits hunderte.

Da es hier hauptsächlich darauf ankommt, Betriebsresultate der verschiedenartigsten Glasöfen und zwar gleichzeitig unter resp. Verwendung der verschiedenartigsten Brennstoffe aufzuführen, so sei es vergönnt einige Adressen zu nennen, von denen sichere Daten vorliegen.

1) British Plate-Glass-Works „St. Helens" Liverpool.
2) Lloyd & Summerfield bei Birmingham.
3) E. Godard, Cristallerie de Bauarat, Dep. Meurthe.
4) B. Brodersen & Comp. in Ottensen (Holstein).
5) G. Sandesson in Eda bei Arvika (Schweden).
6) „ „ Surde bei Gothenburg.
7) Müller & Schöppenthau, Glasfabr. Wilze bei Kopnitz, Kreis Bomst.
8) Schönemann & Itzinger, Neufriedrichsthal (Posen).
9) Glasfabrik Bernsdorf (Niederlausitz).

Digitized by Google

10) Glasfabrik Friedrichshayn (Niederlausitz).
11) „ Särchen bei Senftenberg.
12) „ Kosten bei Teplitz.
13) „ Dresden, H. Siemens.
14) „ Radeberg bei Dresden (Rönisch, Hirsch & Comp.)
15) Krystallglashütte St. Louis im Elsass.
16) Grünglashütte in Leppin bei Stolzenburg.

Die Oefen sub 1, 2, 4 und 6 sind mit Ausnahme von Nr. 4 Tafelglasöfen, und werden sämmtlich mit englischer Steinkohle (Klarkohle) betrieben. Der letztere, ein Ofen von 6 Hafen à 7 Ctr. Inhalt consumirt 90 bis 95 Kubikfuss (schwedisch) [1]) Kohle per 24 Stunden. Die Schmelzdauer beträgt durchschnittlich 20 Stunden und berechnet sich auf 1 Pfd. fertiges Glas nicht ganz 1½ Pfd. Kohle. Nr. 4 ist ein Weissglasofen zu 12 Hafen.

Die Oefen sub 3 und 5 werden mit Holz betrieben und auf 3 Krystallglas, auf 5 Weisshohlglas fabricirt. Letzterer arbeitet mit 10 Hafen und rühmt der Besitzer an demselben eine Ersparniss von ca. 50 Proc. gegen den früheren Ofen mit directer Feuerung neben dem Vortheile, dass er gegenwärtig ungetrocknetes Holz mit Sägespänen und Tannenzapfen gemengt verwenden könne. In Geld ausgedrückt beträgt diese Ersparniss pro 24 Stunden 20 Riksdaler [2]), auch ist die Qualität des Glases besser gegen früher.

Die Oefen sub 7 und 8 sind Tafel- und Grünglasöfen mit Torf- beziehungsweise Holzgasfeuerung. Einer der mit Holz und Torf gemischt betriebenen sub 8 lieferte in 6 Schmelzen wöchentlich 360 Ctr. Glas und consumirte während dieser Zeit 31½ Klafter ungetrocknetes Kiefernholz à 3½ Thlr., sowie 35000 Stück Torf pro mille 20 Sgr., wonach sich die Erstehungskosten von 1 Ctr. Glas auf 11 Sgr. 6⅔ Pf. calculiren. Der andere sub 8 ausschliesslich mit Torfgas betriebene Ofen producirte bei einem Consum von 180960 Stück Torf, in derselben Zeit das gleiche Quantum Glas, so dass sich die Productionskosten von 1 Ctr. Glas hier nur auf 10 Sgr. ⅔ Pf. stellen. Bei einem Holzofen derselben Hütte, mit directer Feuerung, belief sich dagegen der Brennmaterialverbrauch für 1 Ctr. Glas aus 21 Sgr. 7¾ Pf.

No. 7 mit 8 Hafen consumirte in 24 Stunden 10000 Stück

---

1) Kbkfss. schwedisch = 0,847 Kbkfss. preussisch.
2) Riksdaler = 11 Sgr. 3 Pf.

Digitized by Google

Torf und 2¼ Klafter ungetrocknetes Holz bei gleich günstigen Resultaten.

No. 9 bis 11 sind Tafel- resp. Weisshohlglasöfen und werden mit Niederlausitzer Braunkohle [1]) betrieben, davon lieferte Nr. 11 in 4 Schmelzen pro Woche 80 Ctr. Rohglas bei einem Consum von 280 Tonnen Förderkohle à 3 Sgr., folglich 1 Ctr. Glas mit 10 Sgr. 6 Pf.

Unter Nr. 12 sind 3 Tafelglasöfen à 8 Hafen begriffen jeder zu 5½ Ctr. Inhalt. Der Kohlenconsum betrug in 24 Stunden durchschnittlich 24 Tonnen à loco Fabrik mit 20 Xr. Oest. W. berechnet [2]) Glasproduction pro Woche 150 Ctr., also Erstehungskosten pro Ctr. 22⅔ Xr. Oest. W.

Die Siemens'sche Glasfabrik sub 13 arbeitet (i. J. 1867) gleichfalls mit böhmischer Braunkohle, und zwar betreibt dieselbe einen Tafelglasofen zu 10 Hafen à 6 Ctr. und einen Grünglasofen zu 8 Hafen à 6 Ctr. Inhalt. Ersterer consumirte pro 24 Stunden 28, letzterer in gleicher Zeit 24 Tonnen Kohle à 12½ Sgr. loco Hütte. Dieser Preis wird allerdings nur durch die höchst günstige Lage der Fabrik [3]) ausgeglichen, welche für ihre Waare andern gegenüber weit geringere Transportspesen zu decken hat. Es berechnete sich hier der Selbstkostenpreis von 1 Bund Tafelglas rheinischer Qualität (Durchschnittsorte) auf ca. 1 Thlr. 2 Sgr., und der von 100 Stück grünen Rheinwein- oder Medocflaschen auf ca. 2 Thlr. 8 Sgr. inclusive sämmtlicher Zinsen und Spesen [4]).

Der sub 14 angeführte Ofen ist ein Weissglasofen für gemischte Kohlensorten.

Die Hütte St. Louis sub 15 wurde früher mit Holz betrieben Die gegenwärtig mit Steinhohlengas arbeitenden Oefen erzeugen

---

1) Nach einer Analyse von G. Lichtenberger ergiebt diese Kohle trocken: Cokes 40,65 Proc, Theer 7,72 Proc., Theerwasser 39.08 Proc., Asche 1,37 Proc., Verlust durch Gase 12,55 Proc.

2) Die Fabrik besitzt eigene Kohlengruben und der angeführte Preis schliesst nur die Förder- und Transportkosten in sich. Die Tafelmacherei wird auf böhmische Art betrieben.

3) Die Eisenbahn steht durch ein Zweiggleis, welches in die Magazine führt, mit der Fabrik in unmittelbarer Verbindung.

4) Prof. Stein calculirt den Selbstkostenpreis von 100 Stück grünen Rheinweinflaschen auf 2 Thlr. 22½ Sgr., bei einem Steinkohlenpreise von ca. 17½ Sgr. pro Tonne. Siehe Stein's Glasfabrikation, Braunschweig 1862.

Digitized by Google

nach den Berichten des Ing. Nehse ebenso schönes Glas und arbeiten entschieden schneller, als die früheren Oefen.

Nr 16 arbeitet seit 1864 mit Torf. Besitzer Herr v. Borgstede.

Ausser in Nr. 13 ist der Brennmaterialverbrauch der Nebenöfen unberücksichtigt geblieben. Man kann denselben im Allgemeinen bei der Tafelglasmacherei auf 25 Proc., und bei der Hohlglasmacherei auf 8—12 Proc. des Schmelzverbrauchs veranschlagen.

Um eine Parallele zu gewinnen, führe ich die neuesten Ermittelungen, welche Dr. O. Schür in dieser Beziehung bei Oefen mit directer Feuerung in seiner bereits erwähnten Schrift veröffentlicht, hier an.

Inclusive der Nebenöfen in sämmtlichen Fällen, normirte sich der Aufwand für Brennmaterial an 1 Ctr. bis zur Verarbeitung fertigen Rohglases mit Holzfeuerung, bei einem Weissglasofen zu 8 Hafen à 4 Ctr. Inhalt, auf 18 Sgr.; bei einem Tafelglasofen zu 6 Hafen à 7 Ctr. Inhalt, auf 1 Thlr. 3 Sgr. 7 1/2 Pf.; bei einem Ofen für ordinäres Weiss- und Halbweissglas zu 8 Hafen mit gemischter Torf- und Holzfeuerung, auf 1 Thlr. 5 Sgr. 1 1/4 Pf.; bei einem Grünglasofen mit Steinkohlenfeuerung zu 8 Hafen à 6 bis 6 1/2 Ctr. Inhalt, auf 14 Sgr. 6 Pf.; endlich bei dem 7hafigen Cokesofen des Herrn Dr. Schür für gemischte Hohlglaswaare auf 10 Sgr. 8 Pf.

Das letztangegebene Resultat stünde also mit den bei Regenerativöfen erzielten, auf gleicher Linie [1]).

Baukosten eines Regenerativofens.

§ 46. Die Baukosten eines Regenerativofens übersteigen in der ersten Anlage jene eines Ofens mit directer Feuerung von entsprechender Heerdgrösse allerdings um ein nicht Unbedeutendes, dagegen sind die Erhaltungskosten durchschnittlich dieselben, und ist der Unterbau in der erforderlichen Solidität ausgeführt, so kann derselbe sehr leicht 8 bis 10 Campagnen ertragen, ohne grossen Reparaturen ausgesetzt zu sein. Die Mehrkosten aber, welche der Unterbau incl. Generator besonders veranlasst, amortisiren sich durch die Ersparnisse an Brennmaterial und sonstigen Vortheile ausserordentlich rasch, nach Befinden bereits innerhalb der ersten zwei Campagnen.

---

1) Die Verhältnisszahlen für fertige Waare und Brennmaterialverbrauch stellt Prof. Stein bei Holzfeuerung auf 1:8, Steinkohlenfeuerung 1:3, Braunkohlenfeuerung 1:10 (lufttrockene Braunkohle), unter der Annahme, dass in den meisten Fällen die Hälfte des Nutzeffectes durch die entweichenden Gase verloren geht. Stein's Glasfabrikation, Braunschweig 1862

Digitized by Google

Bei einem Regenerativofen zu 8 Hafen à 6 Ctr. Inhalt calculirte sich nach einer Erhebung von mir das Anlagekapital in folgender Weise:

a) Baumaterial.

10000 Stück Chamottsteine pro Mille 30 Thlr. . . .	300	Thlr.
20000 „ rothe Steine „ „ 10 „ . . .	200	„
Gewölb- und Ringsteine	70	„
Das Gesäss	50	„
Bindematerial	70	„
Summa	690	Thlr.

b) Eisentheile.

2 Stück Wechselklappen à 45 Thlr.	90	Thlr.
2 „ Absperrventile à 25 Thlr.	50	„
2 „ Doppelroste à 50 Thlr.	100	„
2 „ Schüttcylinder à 10 Thlr.	20	„
2 „ Ofenverschlüsse à 10 Thlr.	20	„
2 „ Verschlusszarchen sammt Deckel à 6 Thlr. .	12	„
Deckplatten f. d. Generatoren, und Verankerung . .	120	„
Summa	432	Thlr.

c) Arbeitslöhne.

Für Maurer, Tagelöhner etc.	220	Thlr.

Recapitulation.

Betrag unter a)	690	Thlr.
„ „ b)	432	„
„ „ c)	220	„
Summa Sarum	1342	Thlr.

exclusive Schornstein, Arbeitsbühne und Transportspesen. Auf ersteren kann man durchnittlich 200 Thlr. schlagen, die Herstellung der Bühne zu 50 Thlr., ferner die Transportspesen auf 100 Thlr. berechnet und endlich 100 Thlr. auf unvorhergesehene Fälle reservirt, so würde die Herstellungssumme eines solchen Ofens sich total 1792 Thlr. oder rund auf 1800 Thlr. belaufen [1]).

Der Preis des Thones betrug 10 Sgr. pro Ctr. in obiger Aufstellung.

Oberbau. § 47. Die unter a) bemerkten „Ringsteine“ empfehle ich aus 1 Theil erbsengross gestampften Hafenschaalen, 1 Theil Quarzsand von mittlerem Korn und 1 Theil rohen Thon anzu-

1) Diese Calculation würde für die heutigen Verhältnisse nur unter einem Durchschnittszuschlag auf die Gesammtsumme von 15 % zutreffen.

Digitized by Google

fertigen; diese Mischung widersteht der stark fressenden Gasflamme sehr gut, und kann sich weit weniger mit den flüchtigen Alkalien zu Thonglas verbinden, wie die weiche Gewölbmasse. Auch aus constructiven Rücksichten sind die Ringsteine gebohrten Arbeitslöchern vorzuziehen, der Bau der Kappe wird durch sie wesentlich vereinfacht, und ich kann aus eigner Erfahrung bestätigen, dass dergleichen Gewölbe 2 bis 3 Campagnen anstandslos ausdauern.

Die Wahl des Gewölbprofiles ist nicht gleichgiltig für den Heitzeffect eines Regenerativofens, und zwar besonders deshalb nicht, weil die sogenannte Unterhitze der directen Feuerung hier durch starke Reflexion der Flamme am Gewölbe theilweise ersetzt werden muss. Es ist dieses daher möglichst flach zu construiren, ohne die Solidität doch zu beeinträchtigen.

Fig. 52a stellt einen Wölbbogen dar, der mir beide Bedingungen stets am Besten erfüllt hat, es ist derselbe auch in der erwähnten Schrift von Prof Stein enthalten. Breite ab und Höhe cd sind gegeben, man macht hierauf:
$ac - cd = ae = df = dg = bl$, halbirt af und bg, und errichtet Senkrechte in den Halbirungspunkten, wodurch sich die Schnitte i, k und h als Mittelpunkte für die Bogenstücke ergeben.

§ 48. Hinsichtlich des Unterbaues, worin auch die Generatoren mit inbegriffen sind, ist zu bemerken, dass man denselben bei der an sich wenig bindenden Kraft des Thones keinesfalls bei einer Temperatur unter 0 Grad vornehmen darf [1]), wenn man nicht den frühzeitigen Ruin der Anlage riskiren will. Sind ferner Chamottsteine von bester Qualität nur mit grossen Unkosten zu erlangen, so ist es allemal zu empfehlen, sich solche selbst in einer Anzahl anzufertigen, welche ausreicht um die drei obersten Schichten der Regeneratoren damit auszufüllen, sowie die von der Flamme zunächst bestrichenen Gewölbtheile damit zu bauen. Denn diese Theile werden von den flüchtigen Säuren und Alkalien zuerst angegriffen und aufgelöst unter Gegenwart der hier stattfindenden hohen Temperatur. Man kann zur Herstellung dieser Steine die gleiche Masse verwenden, wie zu den Ringsteinen, und zwar brauchen nur jene, welche man zum Wölben verwendet, scharf gebrannt zu werden, die für die Regeneratoren bestimmten, setzt man lufttrocken ein. Unterbau.

1) Diese Regel gilt übrigens für alle Regenerativöfen, besonders wenn sie mit hoher Temperatur arbeiten.

Digitized by Google

Hafensetzen. § 49. Ist der Ofen bis zur Schmelztemperatur aufgefeuert, so kann ebenso wie bei der directen Feuerung, das Setzen der Hafen erfolgen. Zu diesem Zwecke verkürzt man die Flamme von der entgegengesetzten Seite bis auf etwa 3 Fuss Länge, und sperrt den Luftschieber sowie den Schornstein ab, damit die Hafen keine Windrisse bekommen. Bis zu 8 Hafen kann man sehr leicht von einer Seite aus eintragen und es geschieht dies hier gegen Oefen mit directer Feuerung, in der halben Zeit und mit dem halben Kraftaufwande.

Sind sämmtliche Hafen übertragen, so bringt man den Vorsetzer wieder rasch an Ort und Stelle, wechselt die Klappen und öffnet sehr wenig Luftschieber und Schornstein bei etwas verstärktem Gasstrome. Bis zum ersten Einlegen muss von jetzt ab der Ofen unter der steten Aufsicht des Dirigenten bleiben; derselbe darf sich während des mindestens 48 Stunden zu haltenden Leerganges wenig Ruhe gönnen, er muss Gas, Luft und Schornstein selbst reguliren und controliren, da von der hierbei angewandten Sorgfalt in der Formation der Flamme die Dauer der Hafen noch weit mehr abhängt als bei Oefen mit directer Feuerung.

Behandlung der Flamme. § 50. Die Empfindlichkeit der Glashafen gegen die Einwirkung verschiedener Hitzgrade, sowie die Geneigtheit der Glasmasse in einem gewissen Stadium des Schmelzprozesses rasch aufzuschäumen, verlangt für den Ungeübten eine erhöhte Aufmerksamkeit in der Beobachtung der Flamme, andern Schmelzprozessen gegenüber. Die Stellungen der Schieber, welche die verschiedenen Momente des Heissschürens und Blankschürens erheischen, hängen sehr von der Bauart des Ofens, der Höhe des Schornsteins, der Beschaffenheit der Gase ab, und liegt es durchaus an der Schärfe des Beobachters, in längerer oder kürzerer Zeit immer das richtige Maas zu treffen. Im Allgemeinen kann aber soviel als Regel gelten, dass die Flamme der Glasöfen stets in einer Pressung erhalten werden muss, dass sie in einem gewissen Gleichgewicht mit der äusseren Luft steht. Man erkennt diesen Zustand leicht daran, dass sie keine stechenden Spitzen durch die Arbeitslöcher entsendet, sondern das diese Spitzen fortwährend ein ruhiges Flackern zeigen; ein dünner Holzspan muss an jeder Arbeitsöffnung langsam verbrennen, ohne durch den Zug angesogen oder zurückgetrieben zu werden. Nur in diesem Zustande wird ein gleichförmiges Schmelzen auf allen Hafen zugleich stattfinden, und besonders

Digitized by Google

die allzurasche Abnutzung der von der Flamme zuerst getroffenen Eckhafen vermieden.

Unter der Arbeit muss, damit der Strom der Flamme sich nicht zu sehr nach den Arbeitslöchern hin zerstreut, der Zug entsprechend verstärkt werden.

Ist die Glasmasse im Aufschäumen begriffen, so beruhigt man dieselbe am Besten sofort dadurch, dass man den Luftschieber schliesst, es wird dies ganz besonders bei dem stark schäumenden Beinglase zu beachten sein.

Heerdglas.

§ 51. Unter die Vortheile der regenerativen Glasfeuerung für Glasöfen gehört auch der, dass man das abfliessende Heerdglas ohne nennenswerthe Verunreinigung gewinnt und wieder verarbeiten kann. Es ist dasselbe alle 3 – 4 Schmelzen spätestens aus den Taschen zu entfernen, damit es nicht zu sehr entglast, oder sich in die Wände zu tief einfrisst. Um den raschen Ablauf zu begünstigen, ist es nothwendig, der Bank eine allseitige Neigung von 1 bis 1½ Zoll nach den Füchsen hin zu geben. Man macht dies am Besten so, dass man die Banksteine horizontal anlegt, und sie nachträglich um das genannte Maass ausschabt.

Ich gehe jetzt auf die Beschreibung und Darstellung einzelner Oefen über.

Tafelofen.

§ 52. Fig. 52b (Schnitt GH), Fig. 53 (Schnitt ADE) und Fig. 54 (Schnitt ABG & AF) auf Tafel IV stellt einen Tafelglasofen zu 10 Hafen dar, der übrigens ebensogut als Grünglasofen gelten kann. Es sind *d' d'* die Luft- *d'' d''* die Gasregeneratoren, *b b* die Abzüge durch Zungen *c c* vor einem eventuellen frühzeitigen Verfall etwas gesichert, *a a* die Füchse, *e e* die Taschen für das Heerdglas; es sind dieselben bis zur Aufbruchhöhe *h* mit Sand anzufüllen, was das Entfernen des Heerdglases sehr erleichtert. *f f* die Gruben, durch welche man zu sämmtlichen 6 Aufbruchöffnungen bequem gelangen kann; *k k* Kühlkanäle, mit denen beide Füchse umgürtet sind und die man zweckmässig in kleine Schornsteine ausmünden lässt. Die Dauer der Füchse wird damit um ein Wesentliches erhöht.

Dieser Ofen kann bei guten Braunkohlen mit 3 Generatoren betrieben werden nach der Construction von Fig. 13 & 14. Bei Steinkohlen oder geringer Braunkohle (2fach) würde anzuwenden sein der Generator in Fig. 15 & 16, oder die Generatoren in Fig. 17 & 18. Bei Torffeuerung der vorgenannte unter gleichen Bedingungen. Bei Anwendung von Holz 3 Generatoren nach Fig. 11—12.

Digitized by Google

Trommelöfen. § 53. Die verhältnissmässig kostspieligsten und dabei doch so unangenehm in ihrem Gebrauche erscheinenden Feuerungsanlagen einer Tafelglashütte, sind die Trommelöfen. Am kostspieligsten deshalb, weil fast der dritte Theil ihrer ganzen Leistungsperiode sich auf die Anfeuerung repartirt und unangenehm in ihrem Gebrauch deshalb, weil sie beim jedesmaligen Anfeuern stundenlang nicht nur die Hüttenräume, sondern sogar die Umgegend in dichten Rauch einzuhüllen pflegen. Eine Tafelhütte ist daher, wenn man nebenbei die Streckfeuerungen ins Auge fasst, besonders in unmittelbarer Nähe von Städten, der unerträglichste Gegenstand [1]). Aber abgesehen davon, weiss jeder Praktiker, dass sich unter den gewöhnlichen Verhältnissen der Brennmaterialverbrauch gegenüber der erzeugten Glasmasse hier am allerhöchsten beziffert. — Die Nothwendigkeit technischer Reformen machte sich deshalb bei der Tafelglasmacherei am meisten fühlbar, und es sind durch Anwendung der Gasfeuerung für die Nebenöfen bereits auch erfreuliche Resultate erzielt worden. Mit dem besten Erfolge wurde sie in neuester Zeit beim Strecken eingeführt, bei den Trommelöfen wohl zuerst in der Siemens'schen Fabrik, im Jahre 1865, und zwar regenerativ. Die hierbei gemachten Erfahrungen waren ganz ausserordentlich günstig.

Der in Fig. 52 b—54 dargestellte Tafelofen arbeitete früher, wie überall erforderlich, mit 4 kleinen Trommelöfen, sie consumirten zusammen bei jeder Schicht für 10 bis 12 Thlr. an Cokes und Steinkohlen. Mehr auf äussere Veranlassung hin (siehe Anmerkung) wurden dieselben in einen gemeinschaftlichen Regenerativofen vereinigt, welcher in Fig. 55 (Schnitt FG & Ansicht) Fig. 56 (Schnitt AB & Ansicht) und Fig. 57 (Schnitt GDE) abgebildet ist. Hierin sind *a a* die horizontalen Füchse, *c' c''* die Klappen, bei der, durch die Schwenkgrube bedingten hohen Bauart des Ofens, in verticaler Stellung. *b b* die Arbeitslöcher, welche der Schürer stets nach Beendigung der Arbeit verschmieren muss, damit sich das Gas das nächste Mal leicht von selbst wieder entzündet. Letzteres muss ca. 2 Stunden vor Beginn zugelassen werden. Die drei bestehenden Generatoren der Anlage waren nun durch entsprechend angebrachte Kanalsperrungen der Gasleitungen in eine solche Wechselwirkung zu bringen, dass der Schmelzofen

1) Die Siemens'sche Fabrik, noch zu Dresden selbst gehörig, erhielt auf Reclamation der Nachbarschaft den Concessionsbetrieb s. Z. nicht früher als sie die Nebenöfen zur Tafelglasfabrikation mit Gasfeuerung eingerichtet hatte

Digitized by Google

während der Schmelze das sämmtliche Gas aufnahm, während der Arbeit dagegen nur etwa die Hälfte, die andere Hälfte aber dann dem Trommelofen zu Gute kam. Fig. Nr. 58a veranschaulicht die bezügliche Anordnung der Kanäle. Die Stränge *a a a* führen nach den Generatoren, und sind extra mit Absperrventilen *e* versehen; die Leitung *b* führt nach dem Schmelz-, *c* nach dem Trommelofen, *d d* die Hauptregulirungen.

Wird auf allen 4 Arbeitslöchern ausgeschwenkt, so ist es nothwendig an den Enden des Ofens ab und zu ein kleines Stück Kohle kineinzuwerfen, wodurch man die Flamme an diesen Stellen in der erforderlichen, wolkigen Beschaffenheit erhält. Das Anlaufen des Glases ist bei Beobachtung dessen nie bemerkt worden. Gewöhnlich wurde aber nur auf 3 Stellen gearbeitet, weil 2 Hafen des Ofens meist nur zur Ballonfabrikation dienten [1]).

Es consumirte dieser Ofen per Schicht nur 10 bis 12 Tonnen Braunkohlen im Werthe von $4^2/_3$ bis $5^2/_3$ Thaler und brauchte zur Bedienung nur 1 Schürer, während deren früher wie überall solchenfalls, 2 erforderlich waren. Ausserdem konnte derselbe gleichzeitig zum Trocknen von Thon- und Schmelzmaterial ausser der Arbeitszeit Verwendung finden, besonders dann, wenn man in der Lage war, einen Ueberschuss an Gas während der Schmelze zu produciren.

Fig. 58b stellt die Situation beider Oefen zueinander dar, und eignet sich dieselbe ganz speciell für die Tafelglasmacherei auf rheinische Manier, wo also der Glasmacher (alongeur) fast ununterbrochen bei der Trommel stehen bleibt; weniger bei der deutschen, wo er selbst ab und zu gehen muss. Durch eine an sich unbedeutende Modification, nämlich dadurch, dass man die Längsaxe des Trommelofens mit der des Schmelzofens zusammenfallen lässt und beide möglichst nahe bringt, wird aber der hier verstandene Uebelstand wesentlich beseitigt. Die Glasmacher brauchen sich bei einer solchen Anordnung nicht auf den schmalen Laufbrücken auszuweichen, wenn ihr Weg auch ein etwas längerer gegen früher ist.

Die Herstellungskosten des beschriebenen Trommelofens beliefen sich auf ca. 700 Thlr.

Strecken mit Gas.

§ 54. Ein nicht geringer Nachtheil beim Strecken des Glases mit directer Flamme ist der, dass man Braunkohle gar nicht, und Steinkohle nur gemischt mit mehr oder weniger Cokes

1) Aus mercantilen Gründen wird auf den Siemens'schen Glasfabriken in und bei Dresden gegenwärtig nur noch Hohlglas geblasen.

Digitized by Google

in Anwendung bringen kann; denn ein mit Braunkohle oder unvermischter Steinkohle gestrecktes Glas läuft auf der Streckplatte an, d. h. es zeigt eine Trübung, welche durch kein Putzmittel zu entfernen ist und welche das Fabrikat in nicht geringem Grade entwerthet [1]). Durch die Gasflamme fällt aber nicht nur diese Calamität fort, sondern es wird auch das häufige Verbrennen der Tafeln wesentlich verhindert, indem der Schürer das gegebene Maximum der Hitze nicht überschreiten kann. Daraus resultirt aber zugleich auch eine Brennmaterialersparniss.

Am meisten zur Gasfeuerung eignen sich die continuirlich gehenden Strecköfen, da bei ihnen das jedesmalige Vorfeuern zum Anzünden des Gases wegfällt. Allein selbst bei den nur 48 Stunden ununterbrochen betriebenen sogenannten deutschen Strecköfen lohnt sich ihre Einrichtung vollkommen.

Fig. 59 (Horizontalschnitt) und Fig. 60 (Schnitt AB) zeigt den s. Z. continuirlich gehenden, (oder Kanal-) Streckofen der Siemens'chen Fabrik. Derselbe wurde früher mit Steinkohle und Cokes gemischt betrieben, arbeitete aber ca. 2 Jahre lang mit Braunkohlengas und zwar unter allen den oben nahmhaft gemachten Vortheilen. Bei *o*, *p* und *q* befanden sich früher die gewöhnlichen Schüren, an Stelle derselben wurden die Zweigkanäle *l*, *m*, *n* angelegt, welche sich in dem Hauptkanale *h* des Generators vereinigen. *m* speisst die eigentliche Streckschüre durch den Schlitz *a a* und consumirt das meiste Gas, sie ist deshalb bei *f* mit einem Luftspalt von ungefähr 9 Zoll Länge und $^1/_2$ Zoll Breite versehen. *n* versieht das Vorwärme- und *l* das Kühlfeuer, indem sie ihr Gas durch die Züge *c c*, resp *b . . . . b'* entsenden. Beide Flammen bedürfen keiner besonderen Luftzuführung, sie bleiben vollkommen intact durch den Zutritt der äusseren Luft. *s s* sind die Streck-, *k k* die Kühlwagen, welche durch *v v* leer wieder zurückgeführt werden. Bei *u* Aufgabe der Walzen, und durch die Oeffnung *t* werden die Platten mittels einer langen Gabel auf den betreffenden

1) Es ist mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass der Schwefelgehalt der Kohle die Ursache dieser Trübung sei, indem sich unter gewissen Bedingungen ein Theil der freien schweflichen Säure zu Schwefelsäure umwandelt. Die Ablagerung von Rauch geschieht zuerst an der Aussenseite des zu streckenden Cylinders und so gelangt der Anflug beim Ausbreiten an die untere, auf der Streckplatte liegende Fläche. Da wo nun das Glas unmittelbar aufliegt, und das Entweichen der Verbrennungsprodukte verhindert, tritt wahrscheinlich eine Bildung von schwefelsaurem Kalk (Gyps) und Abscheidung von Kieselerde ein. —

Digitized by Google

Kühlwagen übertragen [1]). Jeder der drei Zweigkanäle *l*, *m*, *n* ist mit einer Drosselklappe versehen.

Die Strecker arbeiteten mit diesem Ofen sehr gern, die Rauchverbrennung war eine überraschend vollkommene und das gestreckte Glas zeigte einen schönen Glanz bei grosser Sauberkeit der Oberflächen. Letzter Umstand machte gleichzeitig auch die Waschung entbehrlich [2]).

Das Gas wurde in einem Generator nach Fig. 13 & 14 erzeugt und zwar aus 8 Tonnen Braunkohlen pro 24 Stunden im Preise von 3 Thlr. 22 Sgr., während derselbe Ofen früher 12 Tonnen Steinkohlen mit Cokes gemischt, im Preise von 7 Thlrn. während derselben Zeit consumirte. Der Umbau kostete total 180 bis 200 Thlr.

Für Steinkohlenbetrieb würde sich ein Generator nach Fig. 15 & 16 qualificiren.

Weissglasofen.

§ 55. Fig. 61 (Schnitt GH) Fig. 62 (Schnitt ABG & AF) und Fig. 63 (Schnitt ADE) veranschaulicht einen Regenerativofen für Weisshohlglas auf 8 Hafen à 2½ Ctr. Inhalt. Der Oberbau ist so angeordnet, dass man auf sämmtlichen 8 Arbeitsstellen zugleich aufgetriebene Waare fabriciren kann, der Unterbau gleicht im Wesentlichen dem des Tafelglasofens. *d''* ist der Glas-, *d'* der Luftregenerator, *b b* die Luft- und Gaszüge, *a a* die Füchse, *k k* Kühlkanäle für dieselben und *e e* die Taschen zum Heerdglas. Dieselben sind besonders bei stark schäumenden Glasgattungen z. B. Alabaster und Beinglas nach je 2 Schmelzen auszuräumen. Der Klappenapparat wäre hier

---

1) Es fehlt also hier der sogenannte Zweigwagen, das Verbindungsglied, zwischen Streck- und Kühlwagen, und ich habe auch gefunden, das dieses complicirte Medium vollkommen entbehrlich ist. Das Uebertragen mit der Gabel direct nach dem Kühlkanal, führt der Strecker sehr bald ebenso schnell und sicher aus.

2) Es ist auffällig, dass die Generatorgase, welche doch ebenso wie die directe Flamme den Schwefelgehalt der Kohle mit aufnehmen müssen, eine solche Wirkung trotzdem nicht auf der Glasfläche hinterlassen, und es ist auch bis jetzt eine positive Aufklärung hierüber meines Wissens noch von keiner Seite gegeben worden.

Viel Wahrscheinlichkeit hat die auf mein Befragen, seiten des Herrn Prof. Stein ausgesprochene Vermuthung, dass nämlich der grösste Theil der Schwefelsäure unterwegs von den Wandungen des Generators und der Leitungen absorbirt wird. Diese bestehen doch hauptsächlich aus rothen Ziegeln, welche immer eine sehr bedeutende Menge von Kalk enthalten und dabei höchst porös sind. Bei der starken Verwandtschaft des letzteren zur Schwefelsäure ist dann die Bildung von Gyps naheliegend, andererseits ist unter Gegenwart der höheren Temperatur, sowie der grossen Berührungsfläche auch eine continuirliche Bildung von schwefelsaurem Eisenoxydul vorauszusetzen. —

Digitized by Google

zweckmässig an einer der beiden Stirnseiten des Ofens anzulegen und zwar nach Anordnung von Fig. 28 und 29.

Die so oft gestellte Frage ob das Hohlglas beim Ausarbeiten am Gasfeuer anlaufe, ist dahin zu beantworten, dass das nicht geschieht, wenn der Luftzutritt unter der Arbeit möglichst beschränkt bleibt, der Ofenraum dagegen durch einen stetig erhaltenen Gasconflux mit Flamme immer ausgefüllt ist.

Zum Betriebe dieses Ofens würden sich eignen 2 Generatoren nach Fig. 13 & 14 bei guter böhmischer Braunkohle oder Torf, ein Generator nach Fig. 15 & 16 bei guter norddeutscher Braunkohle oder Steinkohle besserer Qualität, endlich 2 Generatoren nach Fig. 11 & 12 bei Holz.

Flintglasofen.

§ 56. In Fig. 61 a (Schnitt IK & EGH) und Fig. 62 b (Schnitt AB & GDE ist ein englischer Flintglasofen mit regenerativer Gasfeuerung dargestellt. Derselbe hat einen ringförmigen Oberbau, wodurch man einestheils an Heitzraum spart, anderntheils aber bei der grossen Zahl der Hafen (12 Stück) jeden beliebig auswechseln kann, ohne einen andern dadurch behelligen zu müssen. Die Reinheit der Gasflamme ermöglicht es, diese ausserordentlich empfindliche Glassorte bei offenen Hafen zu schmelzen. Da sie wegen des starken Bleigehaltes sehr weich ist, so kann das Schmelzen und Arbeiten in wechselnden Schichten gleichzeitig erfolgen. *d'* ist hier der Luft-, *d''* der Gasregenerator, und zwar ist der erstere mit zwei, der letztere mit drei Schlitzen im Gewölbe versehen, durch welche die entsprechenden Ströme nach den Kanälchen *b''* und *b'* gelangend, sich in den Füchsen *a a* vereinigen. Letztere sind concentrisch mit dem Ofenraum angelegt. Die zwei Aufbruchöffnungen *e e* dienen zum Entfernen des Heerdglases, und müssen dieselben eine sehr schräge Sohle nach aussen erhalten, um zu verhüten, dass das Heerdglas in die vorerwähnten Schlitze eindringt. Schmelzdauer für jeden Hafen ca. 18 Stunden.

Bezüglich der Wahl der Generatoren würden dieselben Angaben wie beim Tafelglasofen auch hier gelten.

Kühlöfen.

§ 57. Wie ich auf mehreren Glasfabriken zu sehen Gelegenheit fand, wird das Kühlen der Waaren mit demselben glücklichen Erfolg durch direkte Gasfeuerung betrieben wie das oben beschriebene Strecken des Tafelglases. Durch eine entsprechende Anlage mehrerer Gasausströmungen ist man in den Stand gesetzt dem Kühlofen mehr Egalität der Temperatur zu verleihen als durch die einzige Schüre, auch genügt das einfache Anzünden des Gases

Digitized by Google

mittels eines Strohbündels, trotzdem diese Oefen tagelang kalt stehen; natürlich muss der Schürer nur eine kurze Zeit lang dabei verweilen bis er die Uebenzeugung gewonnen hat, dass die Flamme in Permanenz bleibt und sie vor äusserem starken Zugwind schützen, weil sie besonders anfangs leicht verlöschbar ist.

§ 58. Es ist eine alte Regel der Glashüttenpraxis möglichst viel Glas in einem möglichst kleinen Raum zu schmelzen, denn es wird eben mit der Verkleinerung desselben die wärmeableitende Oberfläche des Ofens verringert, der Schmelzprozess damit abgekürzt, und je kürzer die Schmelze, desto grösser der Gewinn, desto besser auch zu jeder Zeit das Fabrikat. Dieser Satz gipfelt sich in der Idee, sämmtliche Hafen eines Glasofens in ein einziges Gefäss, einer Wanne zu vereinigen wo nur permanent ein und dieselbe Sorte Glas geschmolzen werden soll.

Die Beobachtung, dass das specifische Gewicht einer geschmolzenen Glasmasse in dem Masse sich erhöht, als der Schmelzprocess seiner Vollendung entgegen geht, führte Hrn. Siemens zunächst auf die Idee, die verschiedenen Schmelzstadien zu trennen, und zwar in einem und demselben Gefäss. Er fertigte zu diesem Ende einen Hafen an, wie ihn Fig. 64, 66 und 68 der bezüglichen Abbildungen in drei Verticaldurchschnitten, Fig. 67 in einem Horizontaldurchschnitt und Fig. 65 im Grundrisse in $^1/_{20}$ der wirklicheu Grösse darstellen.

Dieser Hafen bestand aus drei durch Kanäle und Passagen mit einander verbundenen Abtheilungen: dem Schmelzraume *A*, dem Läuterungsraume *B* und dem Arbeitsraume *C*. Letzterer war mit einer Schnauze oder Mündung *c* versehen, welche zur Ofenwandung heraus ragte, und es sammelte sich hier die zur Verarbeitung vollkommen fertige, „lautere" Glasmasse an. Die beiden unbedeckten Abtheilungen *A* und *B* dagegen dienten zur Vorschmelze, resp. Läuterung, in folgender Weise:

Das rohe Glasgemenge wurde in kleinen Portionen in *A* eingelegt, stets bis zum Rande dieser Abtheilung. Die geschmolzene Glasmasse sammelte sich in Folge ihres grösseren specifischen Gewichtes unten an, und zwar so, dass, während die am besten geschmolzene Masse wegen des grössten specifischen Gewichtes ganz unten lag, die unvollkommener geschmolzenen Massentheile in horizontalen Schichten, je nach dem Grade, in welchem die Schmelzung vorgeschritten war, sich darüber ablagerten, während, wie die Zeichnung darstellt, das zuletzt eingefüllte rohe Schmelzmaterial als specifisch am leichtesten oben liegen blieb.

Digitized by Google

Das im untersten Theile von *A* angesammelte, bereits ganz flüssige Glas stieg durch den Kanal *a* in den oberen Theil der Abtheilung *B*, und nachdem diese Abtheilung gefüllt war, wiederholte sich dasselbe Spiel, wie in *A*; das vollständig geläuterte specifisch schwerste Glas sammelte sich unten an, während das ungeläuterte, noch mit Glasblasen durchsetzte, bei *a* übertretende Glas so lange oben blieb, bis es unter der Einwirkung der directen Ofenhitze geläutert und durch aus dem untersten Theile von *A* neu hinzu tretendes Glas bedeckt wurde.

Da der Glashafen im unteren Theile kühler war, als im oberen, so diente die Abtheilung *B* zwei Zwecken, nämlich im oberen Theile zur Läuterung des Glases und im unteren zum Abstehen oder Kaltschüren desselben, so dass das Glas durch die Passage *b*, welche die Abtheilungen *B* und *C* unten verbindet, vollkommen geläutert und abgestanden, d. h. gekühlt in den verdeckten und folglich ebenfalls kühleren Arbeitsraum *C* trat.

Alle drei Abtheilungen waren also während des Betriebes mit Glasmasse in verschiedenen Schmelzstadien angefüllt, nur mit dem Unterschiede, dass das Niveau der drei Glassäulen wegen ihrer verschiedenen specifischen Durchschnittsgewichte verschieden hoch war, wie es auch die Zeichnung darstellt.

Die ausgezeichneten Resultate nun, welche Hr. Siemens mit dem so construirten Hafen erzielte, ermuthigten ihn zur Herstellung einer Schmelzwanne, welche nach gleichen Principien gestaltet ist und nur in ihren einzelnen Constructionstheilen entsprechenden Modificationen unterworfen werden musste.

Zur kurzen Rekapitulation des Gesagten und zum allgemeinen Verständniss beim Uebergang zur Schmelzwanne sei noch erwähnt, dass die vier verschiedenen Operationen, welche die Herstellung eines vollkommenen Glases bedingt, bei stets gleicher Hitze des Ofens a tempo ausgeführt wurden, nämlich:

1) das Einschmelzen des Gemenges in *A*,

2) die Läuterung des geschmolzenen Glases im oberen, heisseren Theile von *B*,

3) das Kaltschüren oder Abstehen desselben in dem unteren, kühleren Theile von B, und endlich

4) die Verarbeitung in *C*.

Die bezüglichen Abbildungen stellen in den Durchschnitten

Digitized by Google

Fig. 68a, 69, 70 und 71, sowie in der Ansicht, Fig. 72 die Schmelzwanne nebst dem oberen Theile des zugehörigen Regenerativofens dar.

Die Wanne besteht, analog dem Hafen, aus den drei Haupttheilen: *A* Schmelzraum, *B* Läuterungsraum und *C* Arbeitsraum. Der untere Theil dieser Abtheilungen ist mit Glas, den verschiedenen Schmelzstadien entsprechend, angefüllt während im oberen Theile derselben, und zwar direct über dem Glasspiegel, die Flamme der Gasfeuerung streicht, durch deren Einwirkung die Schmelzung des Glases, also nur von der Oberfläche aus, erfolgt. Die Glasmasse darf demzufolge nur in einer Schicht von ungefähr 15 Zoll den Boden der Wanne bedecken, welcher nebst den Seitenwänden, um gegen die Hitze und die damit verbundene zersetzende Wirkung des Glases geschützt zu sein, mit Luftkühlungen *e*, *e'*, *e''* versehen ist. Mittels der Schornsteine *S* und S_1 wird durch sämmtliche Kühlkanäle eine Circulation kalter Luft unterhalten, und somit neben der Erzielung einer längeren Widerstandsfähigkeit des Wannenmaterials zugleich verhindert, dass das Glas durch die Fugen der Façonsteine hindurch in die darunter liegenden Regeneratoren dringen kann.

Das in *A* eingelegte rohe Glasgemenge sinkt nach vorgeschrittener Schmelzung auf den Boden der Wanne und fliesst dann durch die im untersten Theile der Zwischenwand *w* angebrachten Steigkanäle *a*, *a*, *a*... in den oberen Theil des Läuterungsraumes *B*. Dieser ist seinerseits mit einer gekühlten Brücke *a'*, welche einige Zoll niedriger als der Spiegel des Glases ist, versehen; dieselbe dient dazu, das Glas an die heisse Oberfläche zum Läutern zu bringen, ähnlich wie dies im Läuterungsraume des oben beschriebenen Hafens durch den Kanal und Uebersteiger *a* geschieht.

Das unter der Einwirkung der stärkeren Hitze an der Oberfläche vollkommen geläuterte Glas sinkt auf der anderen Seite der Brücke wieder auf den Boden der Wanne, um nun vollkommen verarbeitungsfähig durch die in der Zwischenwand *v* angebrachten Oeffnungen *b*, *b*.. in die Arbeitsabtheilung *C* zu treten. *c*, *c*, *c*.. sind die gewöhnlichen Arbeitslöcher zu den Werkstätten der Glasmacher.

Wie aus der Zeichnung sofort ersichtlich ist, wird die Wanne durch die Flamme nicht längs, sondern quer bestrichen, und zwar strömen Luft und Gas ganz separat durch die entsprechenden Passagen *l*... und *g*.. , wo sich beide Körper bei ihrem Austritt sofort energisch zur Flamme vereinigen, die alsdann durch die

Digitized by Google

genau gegenüber stehenden Passagen *l*... und *g*... in die Hauptzüge *L* und *G* und von da weiter durch die Regeneratoren R_1 und *R* in den Schornstein gelangt.

Durch diese Direction der Flamme über die Querfläche der Wanne ist man leicht in der Lage, mittels Regulirung der Passagen *l*... und *g*... die in *A*, *B* und *C* erforderlichen verschiedenen Hitzgrade nach Bedürfniss zu erzielen. Die gekühlte Scheidewand *w* sperrt den eigentlichen Schmelzraum *A* vollständig ab, während die Wand *v* einen Theil der Flamme in den Arbeitsraum *C* spielen lässt, so dass dieselbe noch aus den Arbeitslöchern *c*, *c*... heraus schlagen kann. Die Chamottplatten, welche die Luft- und Gaspassagen von aussen verdecken, gestatten gleichzeitig den Zutritt zu allen Punkten der Oberfläche der Schmelzwanne.

Um bei dem stetigen Fortschreiten des Glases vom Schmelzraum bis zum Arbeitsraum jede, selbst nur theilweise Stagnation zu vermeiden, muss man vor Allem die aufsteigenden Passagen *a* des vorher beschriebenen Hafens wie der Wanne bis zu dem Grade verengen, als zum Austritt der geschmolzenen Glasmasse gerade erforderlich ist, indem sonst leicht eine Entglasung eben durch die Stagnation bei den verminderten Hitzgraden eintreten kann. Ferner ist es nöthig, den Arbeitsraum *C* des Hafens nach unten zu verengen, weil auch dort das Glas von unten nach oben steigt, und folglich ein Ansammeln der besser geschmolzenen und specifisch schwereren Glasmasse in den unteren Theilen stattfinden könnte. Zur Vermeidung des gleichen Nachtheiles ist der Arbeitsraum *C* der Wanne sehr flach construirt. Das Glas darf hier nur etwa 10 Zoll hoch stehen.

Hr. Siemens, welcher in den meisten Staaten das Patentrecht auf diese Constructionen erworben hat, arbeitet mit derselben Schmelzwanne, wie sie im Vorstehenden beschrieben ist, bereits seit 1870, und es sind hierbei folgende Vortheile zu constatiren:

1) Der Ofen gestattet eine Betriebsführung, wie jede andere Fabrikation, d. h. es wird auf demselben täglich eine Schicht gemacht und 75 bis 80 Ctr. Glas verarbeitet.

2) Der Umstand dass das Schmelzfeuer ununterbrochen auch der Arbeit zu Gute kommt, bietet ausser der Ersparniss an Brennmaterial, welche Regenerativöfen überhaupt gewähren, hier eine weitere Ersparniss von ca. 50 Proc., in Folge des Umstandes, dass der Wannenofen die doppelte Productionskraft eines gewöhnlichen Hafenofens besitzt.

3) Der Siemens'sche Wannenofen ist ein selbstthätiger

Digitized by Google

Ofen im eigentlichen Sinne des Wortes. Jeder gewöhnliche Arbeiter kann das Einlegen des Gemenges besorgen, da sonst etwas Wesentliches nicht zu beobachten ist; der „Schmelzer" in der alten Bedeutung des Wortes ist überflüssig, und werden damit an Arbeitslohn 60 Procent erspart.

4) Das Setzen der Häfen und alle damit verbundenen Nachtheile an Leerfeuerung, Bruch etc. fallen hier weg.

5) Das Schmelzmaterial ist nicht nur der Oberhitze, sondern permanent der Gesammthitze des Ofens ausgesetzt, was in Anbetracht des gänzlichen Wegfalles leerer Räume die ad 2 angeführte Ersparniss an Brennmaterial mit involvirt. Auch sind die Nachtheile des Aufschäumens damit ausgeschlossen.

6) Hr. Siemens ist in der Lage, die geringsten Schmelzingredienzien zu verarbeiten, und zwar, da das Aufgeben continuirlich in kleinen Portionen erfolgt, ohne bedeutende Zerkleinerung dieser Ingredienzien [1]).

Das Material, aus welchem die Schmelzwanne hergestellt ist, besteht aus einem Gemenge von stark geglühtem Sand und gut gebranntem Thon, welches mit 1/4 rohem Thon verbunden ist. Die ganze Masse muss tüchtig getreten, sehr sorgfältig verarbeitet und langsam getrocknet werden. Je grösser die geformten Steine so gemacht werden können, desto besser ist dies wohl selbstredend.

Wenn dieser Ofen auch unzweifelhaft noch verschiedene Verbesserungen erleben wird; so kann nicht geleugnet werden, dass mit der vorliegenden Construction eine für die Hüttenindustrie sehr wichtige Frage im Grossen und Ganzen gelöst ist deshalb, weil sie auch berufen erscheint auf metallurgischem Gebiet eine wichtige Rolle zu spielen.

---

1) In neuester Zeit ordnet Hr. Siemens die Gas- und Luftausströmungen nicht mehr neben- sondern untereinander an, unten die Luft- oben die Gasdüsen, und erzielt damit einen erheblich besseren pyrometrischen Effect. Das Glasgemenge wird in nur ganz grob aufbereiteten Zustande zur Beschickung gebracht, so zwar, dass z. B. Kalkstein, Klingstein, Granit in Nuss- bis Faustgrossen Stücken Verwendung finden.

In der Dresdener und Döhlener Fabrik des Herrn S arbeiten jetzt 5 Wannenöfen auf je hellgrün, dunkelgrün, braun, blau und weiss und zwar ist die grösste Schmelzwanne (sicher ein Unicum) 16' breit und 40' lang, sie liefert pro Monat allein im Maximum 350000 grüne Weinflaschen. Ihre Bemannung besteht aus 30 Meistern, 30 Gehilfen und 30 Einträgern.

Digitized by Google

Zweites Kapitel.

Zur Eisen- und Stahlfabrikation.

Gichtgase.

§ 59. Wie bereits Eingangs erwähnt, ist die Eisenfabrikation die Schule aller Gasfeuerungen und zwar zuerst durch die Verwerthung der Gichtgase der Hoh- und Cupoloöfen. Erstere finden Verwendung zum Rösten der Eisensteine, zur Erhitzung der Gebläseluft, zum Heitzen von Dampfkesseln und zum Puddeln; letztere bei der weit geringeren Quantität, meist nur zum Erhitzen der Gebläseluft oder zum Heitzen der Dampfkessel. Endlich gehört hierher auch die Verwendung der Gichtflammen von Eisenfrischheerden zum Erhitzen der Gebläseluft, zum Vorwärmen des zu verfrischenden Roheisens, zum Schweissen der Frischeisenstücke, zum Puddeln und zum Darren von Brennmaterial [1]).

Ebenso wie bei selbstständigen Gasfeuerungen hat man auch hier vor Allem darauf zu achten, dass die Gase vor ihrem Verbrennungsorte sich nicht mit Luft mischen, wodurch sie entweder explodiren, oder zerstörend auf die Leitungen wirken und natürlich auch den erwünschten Effect nicht geben können. Hauptsächlich aber für letzteren maasgebend ist die Zone, wo die Gase abgefangen werden; dieselbe ist immer am sichersten in $\frac{1}{3}$ der Ofenhöhe, von unten gerechnet, anzutreffen. Weiter oben sind sie zu kalt, weiter unten zu reich an Kohlensäure.

Apparate zum Abfangen der Gichtgase.

§ 60. In Deutschland findet zum Abfangen der Gichtgase im Prinzip meist der wasseralfinger Apparat Anwendung (s. S. 1). Derselbe ist durch Fig. 73 dargestellt. *a a* sind die Oeffnungen an der Peripherie des Schachtes, durch welche die Gichtgase in den Sammelkanal *b* und von da durch das Rohr *d* zu weiterer Verwendung gelangen. *c c* sind Zulässe zum Reinigen der Leitungen von Flugasche. Der Transport resp. die Verbrennung der Gase wird theils durch Ventilatoren, theils durch directen Zug effectuirt. Eine Modification dieser Construction

1) Verwendung von Hohofengasen aus Holzkohle zum Eisensteinrösten siehe „das Eisenhüttenwesen in Schweden“ v. P. Tunner, Freiberg bei J. G. Engelhardt 1858.

Digitized by Google

zeigt Fig. 74, wo die Gase durch eingesetzte Röhren in den Oeffnungen *a a* abgefangen und durch *b* weiter geleitet werden [1]).

Fig. 75 stellt die französische Einrichtung dar. Dieselbe charakterisirt sich durch einen in den Schacht eingehängten Cylinder *a*, der mit dem hermetisch schliessenden Deckel *b* versehen ist. Letzterer kann durch den mit Gegengewicht ausgerüsteten Winkelhebel *c d* leicht aufgehoben werden. *e* Austritt der Gase, regulirt mittels der Drosselklappe *f*, diese muss beim Aufgeben des Brennmaterials geschlossen werden um ein Ansaugen der Luft und damit Explosionen zu verhüten Dies hat man durch die, in Fig. 76 dargestellte englische Construction ein für allemal zu vermeiden gesucht. Sie besteht in einem Tragkreutze *a a* auf welchem der eiserne Kegel *b* befestigt ist; *d d* Schüttcylinder mit einer verschiebbaren Hülse *e e* versehen, diese wird beim Aufgeben des Brennmaterials nach abwärts geschoben, derart, dass ersterer durch den Kegel von der Aussenluft vollständig abgesperrt wird. Ist nun die Füllung beendet, so zieht man die Hülse wieder auf und das Brennmaterial rollt über den Kegel allseitig in den Schacht. Bei *g* entweichen die Gase, *h* dient zu Regulirung derselben. Es ist bei der Manipulation des Auf- und Niederziehens der Hülse *e e* resp. Füllens unvermeidlich, dass die Gichtmündung einige Sekunden mit der äusseren Luft correspondirt, eine Zeit vollkommen ausreichend um explosible Gase zu bilden; ich kann daher dieser Construction deswegen einen besonderen Vorzug vor der französischen nicht einräumen. Dagegen werden allerdings hier beim Füllen weit weniger Gasverluste stattfinden als dort.

Zusammensetzung der Gichtgase.

§ 61. Die Gichtgase bilden ein Gemenge von Kohlenoxyd, Wasserstoff, Kohlenwasserstoff, Kohlensäure und Stickstoff und zwar variirt das Volumen dieser Bestandtheile nach der Qualität des verwendeten Brennmaterials, nach der Zone des Schachtes, sowie auch nach der Temperatur und Compression der Verbrennungsluft. Scheerer fand folgende Gewichtszusammensetzungen, beziehungsweise Wärmeeffecte je nach Anwendung verschiedener Brennstoffe:

1) Neuer Schaupl. d. Bergwerkk. XIV, 195. Berg- u. h. Ztg. 1850. p. 553. Bergwerkfr. IX, 200; XII, 8; XIV, 137 do. XVII. 89 Taf. I. Fig. 4—6. — Hüttenkunde v. B. Kerl, Freiberg 1856. Bd. I, S. 123.

Digitized by Google

Bestandtheile	Holzkohle I	Holzkohle II	Cokes	Steinkohle
Stickstoff	63,4	59,7	64,4	56,3
Kohlenoxydgas	29,6	20,2	34,6	21,5
Kohlensäure	5,9	19,4	0,9	15,2
Kohlenwasserstoff (leichter) . .	1,0	0,3	0,0	4,2
Wasserstoff	0,1	0,4	0,1	1,0
Kohlenwasserstoff (schwerer) .	0,0	0,0	0,0	1,8
Summa:	100,0	100,0	100,0	100,0
Absoluter Wärmeeffect . . .	0,081	0,0600	0,077	0,162
Specifischer Wärmeeffect . . .	0,000105	1,000078	0,0001	0,000211
Pyrometrischer Wärmeeffect . .	1255°	1075°	1265°	1480°

Selbstständige Gasfeuerung. Allgemeines.

§ 62. Bis zur Erfindung der selbstständigen Gasfeuerungen, hatten die Schachtöfen beim Eisenhüttenbetrieb hinsichtlich ihres pyrometrischen Effectes entschieden den Vorzug vor den Flammenöfen und zwar taxirt Peclet, bei solchen die mit hoher Temperatur arbeiten, die auf dem Heerde ausgenützte Wärme auf nur $^1/_8 - ^1/_{10}$ derjenigen Wärme, welche das Brennmaterial wirklich entwickeln kann. Die Gründe hiervon zu Gunsten der Schachtöfen liegen hauptsächlich darin, dass in letzteren das Brennmaterial stets vorgewärmt und unmittelbar zur Wirksamkeit gelangt, während bei den Flammenöfen eigentlich nur die strahlende Wärme Verwendung findet, dabei aber dem Ofen selbst durch Ausstrahlung viel Hitze verloren geht, abgesehen von den Wärmeverlusten durch die Unvollkommenheit der directen Verbrennung.

Die Gasfeuerung paralysirt diese Uebelstände allerdings wesentlich und gewährt nebstbei den beträchtlichen Vortheil, dass der Abrand bei einer aufmerksamen Behandlungsweise der Flamme stets um einige Procente geringer ist, als bei der directen Feuerung.

Bei der Unentbehrlichkeit motorischer Kräfte im Eisenhüttenbetrieb, und dem steten Vorhandensein technischer Hilfsmittel hatte sich die directe Gasfeuerung einer raschen Verbreitung zu erfreuen und wird auch der regenerativen gegenüber sich

Digitized by Google

aus diesen Gründen lange behaupten, wenn auch die Vortheile der letzteren immer noch überwiegend sind. Beide Arten der Gasfeuerung sind vor Allem beim Puddel- und Schweissprozesse, in seltenen Fällen beim Eisenschmelzprozesse (Hart- und Feinguss) und die regenerative Gasfeuerung besonders mit grossem Erfolge bei der Gussstahlschmelzerei zur Anwendung gebracht.

Bau der Schweiss- und Puddelöfen.

§ 63. Was den Bau dieser Oefen anlangt, so gilt das früher bereits Gesagte in Verbindung mit den allgemeinen Regeln für die Anlage derselben in den respectiven Fällen. Als Baumaterial kann man sich ausser den Chamottsteinen auch des Quadersandsteines bedienen, mit Ausnahme des stark thon- oder kalkhaltigen oder eisenschüssigen, ferner des Talk-, Chlorit- und Glimmerschiefers, des Gneus, Granits, der Grauwacke und des Thonschiefers. Alle diese natürlichen Gesteine sind jedoch vorher einer Analyse zu unterwerfen und schliessen sich der Verwendnng aus, wenn sie starke Beimengungen von Kalk, Alkalien oder Eisen enthalten. Dergleichen Oefen sind auch mit doppelter Vorsicht anzufeuern, da diese Gesteine durch eine zu rasche Temperatursteigerung stark zerklüften, und der Ofen dann weit früher baufällig wird als ein gleicher von Chamottsteinen erbauter.

Directe Gasfeuerung.

§ 64. Die directe Gasfeuerung hat bisher auf den österreichischen Eisenhüttenwerken die meiste Verbreitung und zwar unter Anwendung der verschiedenartigsten Brennmaterialien gefunden und giebt darüber Dr. Zerrener in seinem auf amtlichen Erhebungen gestützten Werke: „Einführung, Fortschritte und Jetztstand der metallurgischen Gasfeuerung im Kaiserthume Oesterreich", Daten, von denen ich die für die Praxis wichtigsten hier folgen lasse.

Eisenwerk Buchscheiden bei Klagenfurt in Kärnthen. Dasselbe arbeitet mit 4 Doppelpuddelöfen und 4 Schweissöfen, deren Ueberhitzen zum Trocknen des Torfes, als ausschliessliches Brennmaterial für die Gasfeuerung benutzt werden. Als Ofenbaumaterial bedient man sich eines in der Nähe vorkommenden höchst quarzreichen Glimmerschiefers von solcher Brauchbarkeit, dass die Puddelöfen durchschnittlich 1, die Schweissöfen aber $^1/_2$ Jahr den Gasbetrieb aushalten. Sind nämlich durch die Flamme Tiefen in den Glimmerschiefer eingefressen, so bessert man dieselben durch handgrosse Stücke eines in der Nähe auftretenden Kalkes aus, indem man solche in die Oeffnungen drückt und sie mit Schlacke überspritzt. Indem sie auf diese Weise sofort verglasen, bilden sie alsdann mit der Wand ein festes Ganze

Digitized by Google

Müllerscher Schweiss- und Puddelofen.

§ 65. Die Construction der Oefen ist theilweise nach einem Patent des Hütteningenieur Anton Müller in Klagenfurt ausgeführt und durch Fig. 77 (Schnitt CD) und Fig. 78 (Schnitt AB) veranschaulicht. Der Generator befindet sich in dem Ofen selbst und zwar wird der Rost durch ein sogenanntes Heitzpult *ll*, d. i. eine Platte mit einer grossen Anzahl (beiläufig 45) 5 Wiener Linien weiten Oeffnungen (Fig. 79) ersetzt, wodurch man im Stande ist selbst die feinsten Torfabfälle mit zu vergasen. Der Unterwind tritt aus der Leitung *c* und den 4 Düsen *nn* in den hermetisch schliessenden Kasten *o* und zwar in einer Quantität von 400 Kubikfuss pro Minute mit 3‴ Quecksilberpressung. Das Brennmaterial wird durch die Thüre *a* aufgegeben. Der Oberwind gelangt aus dem Gebläse durch den Winderhitzungs- und zugleich Kühlkasten *f* in die Leitung *d*, welche ihn aus den 7 Düsen *pp* nahe unter 45° nach dem Heerde stechen lässt. Quantum 190 Kubikfuss pro Minute, Pressung 1,5‴ Quecksilbersäule. Temperatur nur 100°. Bei den neu angelegten Oefen wird der Wind in Röhren erhitzt, welche parallel mit der Längsaxe der Dampfkessel unter denselben hinlaufen und so eine Temperatur von 200° empfängt. *bb* ist ein durch die Kapsel *m* verschliessbarer Spalt beiderseits des Ofens zum Entfernen von Asche und Schlacke. *g* und *h* die Regulirungen von Unter- und Oberwind, *k* Arbeitsthür.

Durch Anwendung des Heitzpultes soll der Verbrauch an Brennmaterial bedeutend geringer sein gegenüber dem Rost, da aller Brennstoff zur Wirksamkeit gelangt, während bei letzterem ca. 5 Proc. stets zwischendurchfällt. In Buchscheiden wird das Torfklein mit dem Stücktorf zusammen verfeuert, ersteres konnte man früher nicht einmal für den Röstofen brauchen. Bei den Rostgeneratoren fielen ferner à pro Jahr 30 Ctr. Stabeisen für die Roste in Ausgabe, das Heitzpult soll sich dagegen sehr lange conserviren und kostet inclusive Windvertheilungskasten und Zuleitungsrohr loco Gusswerk Brückel in Kärnthen nur 206 Fl. Oesterr. W.

Der dargestellte Schweissofen unterscheidet sich von den Puddelöfen wie immer nur dadurch, dass die Gewölbhöhe der letzteren eine niedere und der Fuchs weiter herabgezogen ist, sodass die Fuchsgewölbkante sich 4 Zoll unter die Arbeitsplatte senkt.

Der Einsatz für die Doppelpuddelöfen beträgt 750 Pfd. Roheisen (Flossen), der Abbrand im Jahresdurchschnitt 6 Proc., der

Digitized by Google

Brennmaterialaufwand per Ctr. Luppeneisen 10 bis 12 Kubikfuss je nach der Qualität des Torfes. Werden Packete zu leichter Waare geschweisst, so beträgt pro Ctr. Waare nach dem Durchschnitt von $1\frac{1}{2}$ Jahren, der Abbrand bei einmaligen Schweissen 12, bei zweimaligen Schweissen 15 Proc., der Torfverbrauch aber im ersteren Falle 10,3, im letzteren 18,6 Kubikfuss. Beim Betriebe der Doppelpuddelöfen kommen durchschnittlich auf 5 Stunden 3 Chargen. Das Entfernen der Torfschlacke geschieht nach je 2 Chargen.

§ 66. Eisenwerk Nothburga zu Freudenberg in Kärnthen. Oefen zu Nothburga in Kärnthen.

Dasselbe arbeitet mit 2 Doppelpuddelöfen auf Torfgasfeuerung und zwar producirten dieselben pro Woche 650 bis 670 Ctr. Rohschienen, wofür sich pro Ctr [1]) ein Aufwand von $11\frac{1}{2}$ Kubikfuss Torf und ein Abbrand von 5,44 Proc. berechnete. Durchschnittlich kam auf jede Charge $1\frac{1}{2}$ Stunde, welche sich folgendermaassen eintheilte: Eintragen des angewärmten Roheisens auf den Heerd 6 Minuten, Einschmelzen des Einsatzes 10 Minuten, Rühren 20 Minuten, Aufbrechen und Ballmachen 24 Minuten, Abhohlen, Schmieden und Walzen der Luppen 15 Minuten, Putzen des Generators 8 Minuten. Letzteres wird nach jeder Schicht einmal vorgenommen und je 4 Chargen bilden eine Schicht.

Die Oefen besitzen folgende Dimensionen: Höhe des Generators 5′ 1″, bei 2′ Weite und 3′ Tiefe; Höhe des Schlackenraumes 10,5″ Windeinströmungen zwei je 5″ breit und 2,5″ hoch. Abstand des Generators vom Heerde 2′. Abstand der Feuerbrücke vom Gewölbe 7″. Feuerbrücke 12″ hoch, von der Heerdplatte gemessen, 5′ breit und 2′ lang. Heerd 6′ 5″ lang, 6′ 4″ breit, 2′ im Mittel hoch. Die Bodenplatte ist 3″ hoch mit Frischschlacken gedeckt; die Vorwärmebrücke 8″ hoch. 16″ breit; Abstand vom Gewölbe 10″. Der Vorwärmeheerd selbst ist 3′ 11″ lang und 5′ 5″ tief. Fuchsbrücke 6″ hoch, 16″ breit, Abstand vom Gewölbe 10″. Länge des Fuchses 6′ 3″ und zwar grenzt derselbe unmittelbar an den Winderhitzungsapparat. Schornstein 42′ hoch und 20″ weit. Der Oberwind wird mittels eines Schlitzes eingeführt und sticht in der Höhe der Arbeitsthür gemessen 6″ vom Mittel des Heerdes rückwärts ein. Er wird, indem er durch die Brücken und Backen des Ofens geleitet wird, auf ca. 150° erhitzt. Pro Minute werden 450 Kubikfuss einge-

1) Hier wie in den folgenden Daten ist Wiener Gewicht zu verstehen.

Digitized by Google

führt; der Generator absorbirt 150 Kubikfuss. Pressung durchschnittlich 6‴ Quecksilbersäule.

Das Ofenbaumaterial besteht aus Chamottsteinen zur Hälfte von Thon zur Hälfte von Quarzsand angefertigt. Die Dauer eines Ofens beträgt durchschnittlich ½ Jahr.

Gaspuddelofen in Kessen.

§ 69. Das Eisenwerk Kessen in Tyrol arbeitet mit einem Puddelofen auf Torfgas. Derselbe besitzt einen Generator mit hohofenförmigen Querschnitt, Höhe 10′. Puddelheerd 5′ 6″ lang, 4′ 6″ breit und 19″ hoch. Vorwärmheerdbrücke, gleichzeitig Fuchsbrücke, ist von der Heerdplatte gemessen 11″ hoch, 14″ lang, 2′ 6″ breit, steht 5″ vom Gewölbe ab und 16″ über dem Niveau der Fuchsbogenkante. Die verticale Entfernung des 15″ langen und 2′ 6″ breiten Schlackenraumes von der Fuchsbogenkante beträgt 15″. Der in die Esse über dem Vorwärmeheerd eingebaute Winderhitzungsapparat ist schottischer Construction mit 2 Grundröhren von 8″ Durchmesser und 4 Knieröhren von 4″ Durchmesser. — Der Unterwind wird durch 3 Düsen, welche 8″ über der Generatorsohle münden und 18‴ Durchmesser halten, zugeführt. Der Oberwind strömt durch 7 Düsen mit elliptischem Querschnitte zu 11‴ & 18‴ Durchmesser. Die Pressung für Unterwind 2‴, für den Oberwind 5 – 6‴ Quecksilbersäule, bei 280° Temperatur. Quantum pro Minute 1472 Kubikfuss. — Die Production betrug pro Schicht à 12 Stunden 20 Ctr. 21 Pfd. und jede Schicht begreift 5 Chargen. Die Darstellung von 1 Ctr. Luppen (Halbfabrikat) erforderte einschliesslich des Anwärmens 14.25 Kubikfuss lufttrockenen (ungedörrten) Torf; Abbrand 9,35 Pfd. pro Ctr.

Das feuerfeste Material zum Ofenbau besteht aus Chamottsteinen, welche sich das Werk selbst fabricirt und zwar aus 3 Theilen fein gepochtem Quarz und 1 Theile Paussauer und Braunauer Thon. Ausserdem verwendet man noch Sandsteine von Raitheim unweit Grassau in Baiern.

Gaspuddelofen in Ebenau.

§ 68. Eisenwerk Ebenau im Salzkammergute. Dasselbe arbeitet mit einem Gaspuddelofen ebenfalls auf lufttrocknen Torf. Der zugehörige Generator ist schachtförmig von ca. 10′ Höhe und 3′ 10″ Durchmesser im Kohlensack. Der Mischungsraum von Luft und Gas ist 28½″ breit, 25″ lang und 6″ hoch. Heerd 5′ 5″ lang, 4′ 5″ breit und 2′ hoch. Der Raum zwischen der Vorwärmeheerdbrücke und dem Gewölbe zieht sich von 9 auf 7½″ zusammen; die Brücke selbst ist 7″ lang und 2′ 2″ breit. Höhe des Schornsteins 34′. Der Generator wird beim

Digitized by Google

Anlassen zu Anfang der Woche mit 3 Formen von 32‴ Düsen durchmesser bedient, während des Betriebes jedoch genügen 2 Düsen. Windpressung $1\frac{1}{2}$‴ Quecksilbersäule, Quantum 328 Kubikfuss pro Minute. Der Oberwind wird durch 7 Düsen beschafft, mit einem Gesammtquerschnitt von 1127 □‴ und wird derselbe in einem im Schornstein eingebauten Erhitzungsapparat auf 120° vorgewärmt. Pressung 8‴ Quecksilbersäule, Quantum 516 Kubikfuss pro Minute. — Production in 11 zwölfstündigen Schichten: 240 Ctr. Luppeneisen; Zahl der Chargen während dieser Zeit 54; Abbrand 5 Proc.; Consum an Torf: 17 Kubikfuss pro Ctr. Luppen.

Gaspuddel- und Schweissöfen zu Prävali.

§ 69. Eisenwerk Prävali in Kärnthen. Dieses Werk besitzt 6 Doppelpuddelöfen, 6 Schweissöfen für Waaren, und 5 Schweissöfen für sogenannte Materialeisen-Erzeugung, grösstentheils auf Braunkohlengasfeuerung eingerichtet. Die Schweissöfen haben Gewölbe von Quarzschiefer, die Puddelöfen solche von Chamottsteinen. Die Dauer der ersteren beträgt 3—4, die der letzteren 9 Monate; nicht alle dieser Oefen wurden bis dahin wie angedeutet mit Gas betrieben, keiner mit Unterwind, dagegen die meisten mit Oberwind. Die Feueruugen sind theils auf Plan- theils auf Treppenrosten eingerichtet und zwar halten die Puddelöfen 19 □'. Abstand von der Feuerbrücke beträgt 18", die der letzteren vom Gewölbe $17\frac{1}{2}$". Heerd $6\frac{1}{2}$' lang, eben so breit und 26" in der Mitte hoch. Fuchs 10" Gewölbeabstand bei 24" Breite und 34" Länge. Schornstein 54' hoch und 18" weit. Drei Puddelöfen besitzen Treppenroste von 4' 6" Breite, 4' Länge und 40° Neigung, sie sind dreitheilig und enthalten je 3 X 17 Roststäbe.

Von den Schweissöfen werden ebenfalls drei mit Treppenrosten von denselben Dimensionen wie die genannten betrieben Feuerbrücke, Heerd und Fuchsbrücke bilden hier eine Ebene, welche gegen den Fuchs um etwa 2" geneigt ist, ihre Länge aber beträgt $7\frac{1}{2}$ bis 8', ihre Breite $5\frac{1}{2}$'. Gewölbeabstand an der Feuerbrücke im Mittel 15", an der Fuchsbrücke 12". Der Fuchs ist 24" breit, 22" lang und 12" hoch. Der Oberwind wird von der Hauptwindleitung in einen Heitzapparat geleitet, der bei jedem Ofen unter dem Aschenfalle liegt. Er besteht aus einem viertheiligen eisernen Kasten von 6' Länge 30" Breite und 8" Höhe. Jede der communicirenden Abtheilungen halten im Querschnitt 6 □". Temperatur des Windes 100—140°, Quantum 180 Kubikfuss pro Minute.

Digitized by Google

Nach einer Erhebung vom Jahre 1855 wurden bei den Oefen mit Oberwind verbraucht: 122_8 Pfd. Braunkohle pro Ctr. Luppeneisen; der Abbrand betrug dabei $9,_4$ Proc., auf 24 Stunden kamen 13 Chargen. Beim Schweissen wurden erfordert, für Verarbeitung von 1 Ctr. Luppeneisen zu sogenanntem Materialeisen, $129,_8$ Pfd. Kohle, Abbrand hierbei $13,_1$ Proc. Beim Schweissen von Schienen, Achsen und Streckeisen pro Ctr. $125,_1$ Pfd. Kohle, Abbrand hierbei $12,_5$ Proc.

Gasschweiss- und Puddelöfen zu Krems.

§ 70. Eisenwerk Krems in Steyermark liefert leichtes Schwarzblech, Weissblech und Streckwaare mit einer Jahresproduction von 30—36000 Ctrn. in Gaspuddel-, Schweiss- und Blechglühöfen (Anzahl nicht genannt), bei Braunkohlenbetrieb unter Anwendung von Unter- und Oberwind. Die Puddel- und Schweissöfen haben folgende Dimensionen: Heerdfläche 25—30 □′ = 1 gesetzt, ergiebt für die Rossfläche $0,_5$, Flammenlochfläche $0,_1$ und den Fuchsquerschnitt $0,_{042}$—$0,_{05}$. Die Heerde der Blechglühöfen sind je nach ihrer Bestimmung 5—9′ lang, 4—5′ breit und im Mittel 15″ hoch. Alle Oefen sind aus Chammottsteinen hergestellt und mit Heerdplatten versehen, die Puddelöfen mit Vorwärmeheerden und Kühlungen. Der Oberwind strömt bei allen Oefen durch 7 Düsen und zwar behufs Erzielung einer möglichst gleichartigen Flamme mit zweierlei Stichen ein. Bei den Puddelöfen stechen nämlich je drei Düsen unter 40° und je 4 Düsen unter 35° auf die Heerdfläche. Da die Schweissöfen eine grössere Länge und eine vom Feuerraume zum Fuchs hin geneigte Sohle haben, so stechen ihre Düsen unter spitzeren Winkeln auf den Heerd und zwar je 3 Düsen unter 23° und je 4 Düsen unter 19°. Der Oberwind für Puddel- und Schweissöfen, ziemlich gleich vertheilt, beträgt pro Minute 300—400 Kubikfuss. Die Winderhitzungsapparate sind nach dem schottischen und wasseralfinger Systeme combinirt. Temperatur des Windes 265°, Pressung 9‴ Quecksilbersäule. Ein Puddelofen producirt in 24 Stunden $83,_{86}$ Ctr. Rohschienen und Zaggeln bei einem Consum von 116 Pfd. Braunkohle pro Ctr. Waare. Abbrand $5^3/_4$ Proc. Zwei Schweissöfen zusammen erzeugen in 24 Stunden $66,_{87}$ Ctr. Plattinen, Zeugeisen und Abfälle bei einem Consum 170 Pfd. Braunkohle pro Ctr. Waare. Abbrand $15,_{84}$ Proc. Die Blechglühöfen endlich produciren pro Stück in 24 Stunden $47,_{80}$ Ctr. Blech bei einem Kohlenconsum von 324 Pfd. pro Ctr. Blech. Abbrand hierbei $2,_{38}$ Proc.

Digitized by Google

§ 71. Eisenwerk Brezowa in Ungarn. 4 Puddel- und 7 Schweissöfen mit Holzgasfeuerung, deren abgehende Flamme zur Erhitzung der Gebläseluft dient. Diese wird getheilt zum Darren des Holzes und zur Gasverbrennung verwendet. Lufterhitzungsapparate sind zwei vorhanden, wovon einer stets in Reserve steht, jeder derselben besteht aus 3 Sätzen und jeder Satz aus 8 heberförmigen Erhitzungsröhren von je 8′ Höhe und 6″ Durchmesser. Das Gebläse, 4 doppeltwirkende Cylinder, liefert in 15 bis 16 Doppelhüben pro Minute 6000 Kubikfuss. Die Puddelöfen werden pro Minute mit 160 Kubikfuss bei einer Pressung von 8‴ Quecksilbersäule bedient; Temperatur des Windes 120°. Diese Oefen arbeiten mit einem Einsatz von 8 Ctrn. und liefern bei gutem Gange in 24 Stunden 75—90 Ctr. Rohschienen durch 10—12 Chargen. Abbrand durchschnittlich 9,32 Proc. Holzconsum 7,39 Kubikfuss ungedörrtes und 6,89 Kubikfuss gedörrtes (geschlichtet). Gasschweiss- und Puddelöfen zu Brezowa

Die Schweissöfen liefern in 24 Stunden, bei einem Einsatz von 3 Packeten durch 9 Chargen, 27 Stück Eisenbahnschienen, welche à 3 Ctr. 70 Pfd. gerechnet, 100 Ctr. fertige Waare repräsentiren. Windpressung und Temperatur dieselbe wie vorher. Abbrand 13,68—15,39 Proc Holzconsum pro Ctr. fertige Waare 5,89 — 7,97 Kubikfuss gedörrt [1]). Zu Anfang der Betriebswoche erreicht der Abbrand häufig 20 Proc. — Das Baumaterial der Oefen besteht im Rauchgemäuer, aus ordinären Mauerziegeln und der 1½′ dicken Ausfütterung von Chamottsteinen eigner Erzeugung. Man fertigt dieselben aus 4/5 Theilen Quarzsand und 1/5 feuerfestem Ton. Das Futter der Schweissöfen muss jährlich 3 Mal, das der Puddelöfen 2 Mal reparirt resp. erneuert werden.

§ 72. Das Eisenwerk Nadrag bei Zsidovàr im Temeser-Banat endlich arbeitet mit 2 Puddel- und 2 Schweissöfen auf Holzgas, für Feinwalzeisen. Die Oefen ähneln denen zu Prävali und zwar wurde im einfachen Puddelofen pro Woche 180 Ctr. im Doppelpuddelofen 380 Ctr. Luppeneisen erzeugt. Ersterer Gaspuddel- und Schweissöfen zu Nadrag.

1) Etwas günstiger lauten die Angaben nach Tunner über einen Schweissofen mit Holzfeuerung eigenthümlicher Construction von Lesjöfors Daselbst werden angeblich nur 4½—5½ Kubikfuss Holz pro Ctr. Stabeisen verbraucht, bei einem Abbrand von 13 Proc. In Storfors (Wermland) stellte sich für die Cementstabeisenbereitung, bei den dortigen Schweissöfen auf Holzkohlengasfeuerung, der Abbrand sogar nur auf 10—11 Proc., der Verbrauch an Fichtenkohle dafür aber auf ca. 5 Kubikfuss pro Ctr. Stabeisen. — Siehe P. Tunner: „Das Eisenhüttenwesen in Schweden". Freiberg, bei J. G. Engelhardt 1858.

Digitized by Google

consumirte dabei pro Ctr. $0{,}_{12}$, letzterer $0{,}_{09}$ Klafter. Abbrand 8—10 Proc. Die Generatoren sind ohne Rost und bildet die Asche einen natürlichen Abschluss unter den Düsen. Die Schweissöfen consumirten $0{,}_{15}$ Klafter pro Ctr. Waare bei einem Abbrande von 25—26 Proc., wobei jedoch zu bemerken ist, dass zum Schweissen ein sehr schlackenreiches blos gequetschtes, nicht gehämmertes Halbgut Verwendung findet.

Bis auf den Abbrand der Puddelöfen, welcher zwischen 5 und $9{,}_{85}$ Proc. variirt, herrscht eine ziemliche Uebereinstimmung bei allen Oefen, sowohl in Production als Consumtion, wenn man dabei die verschiedene Qualität des Brennmateriales mit berücksichtigt. Die Differenzen im Abbrand liegen entweder in der mehr oder minder sachkundigen Behandlungsweise der Gasflamme oder der Grössenbeschaffenheit des verpuddelten Rohmaterials. In sämmtlichen Fällen jedoch sind die Resultate entschieden günstiger als bei der directen Feuerung.

Als Beispiel hierzu führe ich die Ergebnisse eines Schweissofens der Wöhlert'schen Maschinenfabrik in Berlin an. Derselbe lieferte bei directer Feuerung 80 Ctr. Stabeisen mit 4 Last = 160 Zollctr. Steinkohle guter Qualität; also berechnete sich auf 1 Ctr. Stabeisen 2 Ctr. Steinkohle. Der Abbrand betrug dabei unter Verschweissung grober Drehspäne 40 Proc., feiner Drehspäne 30—40 Proc. und grösserer Eisenabfälle 20—30 Proc [1]).

Gaspuddelofen gewöhnlicher Construction.

§ 73. Einen einfachen Gaspuddelofen gewöhnlicher Construction zeigt Fig. 80 (Schnitt FG), Fig. 81 (Schnitt AB) und Fig. 82 (Schnitt CDE). *a a* ist der Kasten für die Gaszuströmung, *b* das Reservoir für den Oberwind. Derselbe wird in dem in die Esse eingebauten Erhitzungsapparat *de* vorgewärmt. Letzterer besteht aus den zwei viereckigen Kästen *d* und *d'*, welche durch die 5 kniefömigen Rohre *e e* mit einander communiciren. In *d* strömt aus *c c* der kalte Wind und aus *d'* durch *f f* der erhitzte nach *b*. *h* Raum zum Vorwärmen des Roheisens, *g* Arbeitsthür. Die Höhe des Schornsteins *k* würde ca. 50' bei einer Zusammenziehung von 18" an der Mündung zu betragen haben.

Zum Betriebe dieses Ofens wäre erforderlich ein Generator nach Figg. 6—7 oder 8—9 bei Steinkohle; für Torf oder gute Braunkohle ein solcher nach Figg. 13—14, es ist dieser leicht auf Unterwind einzurichten.

---

1) Diese Angaben verdanke ich dem dirigirenden Ingenieur dieser Fabrik Herrn G. Mehlis.

Digitized by Google

Da die Puddelflamme möglichst frei von Kohlenstoff sein soll, so eignet sich, abgesehen von der leichten Handhabung für oxydirende und reducirende Wirkung, die Gasfeuerung ganz besonders zu diesem Hüttenprozesse, und die Arbeiter ziehen dieselbe bei einiger Gewohnheit der directen Feuerung weit vor, weil sie noch ausserdem durch den geringeren Abbrand einen grösseren Verdienst erzielen können. Ein Gleiches gilt auch für das Schweissen bei Gas [1]).

Regenerative Gasfeuerung.

§ 74. Mit dem vortrefflichsten Erfolge wurde die regenerative Gasfeuerung auf den Puddel- und Schweissprozess angewandt und ich gebe nur folgende Orte an, wo solche bereits am längsten existirt.

1) R. & W. Johnson. Eisenwerk bei Manchester.	Puddelöfen.
2) Gibbs. do. do.	
3) R. Smith. Round Oak Iron Works.	
4) James Russel & Sons. Brown sube works by Birmingham.	Schweissöfen.
5) Actiengesellschaft „Vulkan“ bei Stettin.	
6) K. Eisenwerk in Dombrowa in Polen.	Schweissöfen.
7) Eisenwerk Salböda in Schweden.	
8) do. Munkfors do.	
9) Mariott & Atkinson bei Sheffield. Stahlschweissofen.	

Von diesen Oefen werden 1 bis 4 mit Steinkohlen, 5 mit Presstorf, 6 mit div. Brennmaterial, 7 mit Holz, 8 mit Sägespänen und 9 mit Steinkohle betrieben.

Die 3 Schweissöfen (sub 5) welche ich s. Z. im Auftrage für den „Vulkan“ errichtete, und von denen 2 Oefen zum Ausrecken von Stangeneisen aus den Blechabfällen etc. mit den Heerddimensionen $4\frac{1}{2}$ und 4 Fuss, der dritte Ofen zum Ausschweissen von Modellstücken und Schiffswellen bestimmt war, ergaben bezüglich der ersteren folgendes Resultat. Es wurden pro 18 Stunden ausgereckt 30 Ctr. Stangeneisen mit einem Brennnmaterialaufwand von $6\frac{1}{3}$ Kubikfuss gutem Presstorf pro 2 Ctr. und einem Abbrand von $12{,}5$ Proc. [2])

Im Schweissofen zu Dombrowa wurden erzeugt 1 Ctr. Eisen mit $0{,}60$ Ctr. Steinkohlen bei einem Abbrande von ca. 12 Proc.

1) Schweissöfen mit Holzkohlengas in Schweden, siehe P. Tunner, Eisenhüttenöfen in Schweden. Freiberg, bei Engelhardt 1858. Es sind dieselben bei der dort so billigen Holzkohle mehr nur von örtlicher Bedeutung.

2) Berg- und hüttenmännische Ztg. Jahrg. XXI. Nr. 31.

Digitized by Google

In Salböda und Munkfors wird jeder Schweissofen extra durch einen Vorwärmeofen, ebenfalls nach dem Regenerativsysteme, bedient und es wurde unter Assistenz derselben erzeugt in Munkfors pro Woche 530 Ctr., in Salböda 730 Ctr. fertig gerecktes doppelt geschweisstes Eisen. Im ersteren Falle wurden verbraucht pro Ctr. Eisen 2 Tonnen Sägespäne, im letzteren Falle $4{,}_{18}$ Kubikfuss Holz bei einem Abbrande von $13{,}_{18}$ Proc. Der Ofen zu Munkfors wird eigenthümlicher Weise mit gepresster Luft und einer Theercondensation (Kaltwasserbrausen) betrieben, welche Einrichtungen den erzielten Resultaten zufolge jedoch mehr Nachtheile als Vortheile bringen sollen [1]).

Bei Anwendung des Regenerativsystems auf den Schweiss- und Puddelprozess empfiehlt sich immer die gleichzeitige Anlage eines Vorwärmofens für ein oder wo möglich 2 Schweiss- oder Puddelöfen gemeinschaftlich, weil ja eine abgehende Flamme der letzeren selbst nicht zum Vorwärmen benutzt werden kann. Da der Wärmeeffect aber durch die Regeneration vollständig ausgenutzt wird, so entsteht durch den Vorwärmofen nicht etwa ein Plus für die Fabrikationsunkosten, sondern es wird neben der raschen Arbeit auch der Abbrand im Allgemeinen verringert.

§ 75. Wie wichtig ein verbesserter Ofen für die Eisenindustrie Englands allein ist, kann man den einfachen Zahlen entnehmen nach welchen an Schmiedeisen und Puddelstahl dort gegenwärtig $1\,^1/_2$ Millionen Tons (à 20 Ctr.) im Werthe von über Neun Millionen Pfd. Sterling fabricirt werden [2]).

Es ist daher, für diese Industrie besonders, eine wichtige Epoche mit der Einführung des Regenerativ-Systems eingetreten, nachdem die Thatsache bereits vielfach constatirt ist, dass das letztere die älteren Systeme der Beheitzung in jeder Beziehung auch hierin weitaus überragt. Autoritäten der Chemie und Eisenindustrie sind einstimmig darüber, dass besonders der gewöhnliche Puddelprozess dem des Siemens'schen Ofens gegenüber verschwenderisch in Eisen und Brennmaterial, sowie unendlich mühsamer sei, sowie, dass das Product des letzteren wegen seiner grösseren Reinheit auch bereits einen grösseren Handelswerth erlangt hat.

Eine sorgfältig beobachtete Reihe von 36 Chargen bei einem

---

1) Gasschweissöfen mit Regeneratoren v. A Pütsch. Dinglers Journal, 1. Märzheft 1867. Bd. CLXXXVIII. S. 368. — Maasse sämmtlich schwedisch.

2) On Puddling Iron, by C W. Siemens. London 1868.

Digitized by Google

Siemens'schen Puddelofen der Bolton Steel & Jron Companie in Lancashire ergaben einen Verlust von 2,6 p. c. an Abbrand, während ein zu gleicher Zeit mit ihm concurrirender Ofen gewöhnlicher Gattung einen Verlust von 12 p. c. herausstellte. Dabei konnte letzterer in 24 Stunden nur 12 Chargen leisten, während der Regenerativ-Ofen deren 18 in gleicher Zeit prästirte. Was das Product anlangt, so konnte demselben Marke „best best" gegeben werden, dagegen das in dem gewöhnlichen Ofen erzeugte nur mit „best" bezeichnet werden. In beiden Fällen war genau dasselbe Rohmaterial zur Verwendung gekommen. Die Ersparniss an Kohlen bezifferte sich nach einer bereits früher vorgenommenen Schätzung auf 40—50 p. c.

Unter Berücksichtigung dieser Umstände ist die Mittheilung eines Herrn Bramwell, Mitglieds der „British Association", wohl glaubhaft, laut welcher der Besitzer eines Eisenwerks sein Schmiedeisen mit Hilfe dieser Oefen gegenwärtig um mehr als 60 p. c. billiger herstellt als früher.

Figg. 83 (Frontalansicht nebst unterirdischem Längenschnitt), 84 (Schnitt ABCD) und 85 (Schnitt LM) stellt den oben erwähnten Regenerativ-Puddelofen der Bolton Steel & Jron Company dar, und zwar in mehrerer Hinsicht verbessert und vervollkommnet. Es ist hier *b* das Ventil, durch welches das Gas in die Wechselklappe *b'* eintritt. *q* der Regulirungshebel für ersteres. Die Luft-Wechselklappe liegt unmittelbar hinter der Klappe *b'* und wird das zugehörige Ventil mittels der Hebel *p* und *r* regulirt. *s* Hebel zur Regulirung des Schornsteines. Der Arbeiter hat durch diese Anordnung ein ausserordentlich bequemes Handtiren, und somit den vollkommenen guten Gang der Chargen in der Gewalt.

Demnächst sind *m*, *m'* die Passagen für das Gas, *n* und *n'* die für die Luft, correspondirend damit *c* und *c'* die Gas- und *e* und *e'* die Luftregeneratoren. *o* der Schornstein. Der Ofenheerd *d d* ist von gewöhnlicher Construction; er besteht aus soliden gusseisernen Platten, welche durch die beiderseitig angebrachten Wasserkühler (water bridges) vor frühzeitigem Verbrennen geschützt sind, dieselben kühlen aber auch gleichzeitig die Füchse. Das Wasser läuft aus den Kühlern in je eine zu beiden Seiten befindliche eiserne Cysterne und kann von dort abgelassen werden. Die Dämpfe aus letzteren conserviren die Bodenplatten des Heerdes und treten schliesslich in die Röhren *i i*, aus welchen sie durch die kleinen Züge *k k* beim Rücken des Ofens in die Luft entweichen. *h h* sind die Vorwärmer für die Packete, welche

Digitized by Google

dort erst bis zur Rothgluth erhitzt, auf den Puddelheerd *dd* gebracht werden *fff* sind die Luft-, *gg* die Gaspassagen, welche sich in dem kurzen Fuchse vereinigen und die Flamme bereits stark entwickelt dem Heerde zuführen. *aaa* Reinigungsverschlüsse zu den Ventilkästen, *tt'* die Passagen von und zu den Regeneratoren; *uu* die Aufbruchöffnungen für letztere.

Bezüglich der Functionirung der „Water bridges" hatte Herr W. Hockney die interessante Beobachtung gemacht, dass 25 Pfd. Wasser per Minute auf 40° Fahr. erhitzt würden; das entspricht 60000 Einheiten per Stunde, oder einer Consumtion von 8—10 Pfd. guter Kohle in dieser Zeit, also ein Aufwand, der bei der Nützlichkeit dieser Einrichtung leicht zu übersehen ist.

Regenerativ-Gasschweissofen des „Vulkan".

§ 76. Fig. 86 (Schnitt CD) und Fig. 87 (Schnitt AB) zeigt den oben erwähnten Schweissofen für Modellstücke der Actiengesellschaft „Vulkan" bei Stettin. Sämmtliche 3 Oefen sind durchaus von englischen Chamottsteinen erbaut Bei der vollkommenen Symmetrie ist der Raumersparniss wegen nur die Hälfte des Ofens dargestellt. *e* Luft- *e'* Gasregenerator, *a* Schweissheerd, *c* Fuchs, *f* Schlackenabstich, *b* Arbeitsthür. Deren sind 2 vorhanden und zwar werden die Schweisspackete oder Modellstücke sobald sie frisch in den Ofen kommen zunächst an die Seite der abgehenden Flamme gebracht und dann allmälig nach der Mitte des Heerdes geschoben, wo die Flamme die stärkste Intensität besitzt. Um lange Schiffswellen schweissen zu können, sind den Thüren *b* gegenüber Oeffnungen *g* in der Rückwand gelassen, welche für gewöhnlich mit Chamottsteinen ausgesetzt und verschmiert werden. *dd* die Luftkanäle zur Abkühlung des Fuchses. Klappenapparat wie nach Figg. 28, 29, jedoch würde derselbe hier, wenn es der Platz irgend zulässt, besser auf die Rückseite des Ofens zu verlegen sein. Bezüglich der Gasversorgung gilt dasselbe wie bei dem vorher beschriebenen Puddelofen.

Die Herstellungskosten je eines Ofens beliefen sich auf ca. 1200 Thlr. excl. Schornstein.

Um die Schlacke in continuirlichem Flusse zu erhalten ist es nöthig, den Heerd dieser Oefen ein allseitiges, möglichst starkes Gefälle nach den Abstichen hin zu geben, und in den Oeffnungen fortwährend ein kleines Cokes- oder Kohlenfeuer zu unterhalten. Die innere Mündung braucht eben nur so gross zu sein, um mit dem Gezähe durchstossen zu können.

Digitized by Google

Regenerative Flammenöfen zum Schmelzen von Eisen- und Metall.

§ 77. Das Regenerativsystem eignet sich auch besonders für Flammenöfen zum Umschmelzen des Roheisens, da es hier bekanntlich darauf ankommt, in kürzester Zeit die höchste Temperatur zu erreichen, um die Bildung der sonst durch Oxydation entstehenden unschmelzbaren Massen, des sogenannten Schaleneisens, zu vermeiden. Der Heerd eines solchen Ofens ist aus folgenden Lagen herzustellen. Eisenplatte, 3"ges Chamottsteinpflaster, 12"ge Schlakenschicht und darüber eine 7"ge Decke von feuerfestem Thon und Quarzsand. Die Heerddimensionen je nach Erforderniss. Regeneratoren, Füchse u. s. w. können nach denselben Verhältnissen gebaut werden wie bei dem Schweissofen Fig. 86 & 87. Da wo die Gusstücke von grosser Dichtheit, Festigkeit und Härte fabricirt werden sollen sind dergleichen Oefen sehr zu empfehlen; es ist aber von Seiten des Schmelzers eine ziemliche Umsicht und Aufmerksamkeit erforderlich, wenn dabei nicht arge Verluste, wie oben angedeutet, durch eine falsche Behandlung der Flamme oder Vernachlässigung in der Beschürung eintreten sollen.

Einen Flammenheerd zur Herstellung kleinerer Stücke von Hartguss oder auch Metall, für regenerative Gasfeuerung berechnet, zeigt Fig. 88 (Schnitt CD) und Fig. 89 (Schnitt AB). *a* ist die aus Chamottsteinen oder Thonschlag gebildete Schmelzwanne, *b* der Abstich durch welchen gleichzeitig vor dem Anfeuern der Ofen bepackt wird, *e e* die Füchse, *d d* die Kühlkanäle, *c* eine verschliessbare Oeffnung im Gewölbe zur Nachbeschickung während der Schmelze. Die Eisen- oder Metallstücke können in den Kanälen *d d* einigermaassen vorgewärmt werden; bei Schweisshitze werden diese Kanäle immer dunkelroth. Regeneratoren und Gasversorgung wie vorher. Für Schiffsbauwerkstätten; wo häufig grössere Drucklager abgegossen werden, oder bei erweiterten Heerddimensionen, zum Abguss eiserner oder metallener Schiffsschrauben, dürfte ein solcher Ofen wesentliche Vortheile gewähren.

Cementirofen mit regenerativer Gasfeuerung.

§ 78. Da das Cementiren einen Zeitraum von ca. 7 Tagen erfordert, bei einer Temperaturhöhe welche dem Schmelzpunkt des Kupfers gleichkommt, so würde sich auch hierfür das Regenerativsystem vortheilhaft eignen. Nebenbei kann durch dasselbe die hier bestehende Bedingung, den Hitzgrad fortwährend nach Erforderniss, und mit Präcision, reguliren zu können, am Besten erreicht werden. In Fig. 90 (Schnitt GH), Fig. 91 Schnitt CD und EF) und Fig. 92 (Schnitt AB) ist ein Cementirofen mit regenerativer Gasfeuerung dargestellt. Es sind darin *k k*

Digitized by Google

die Cementirkästen, *ff* die Füchse von wo aus die Flamme sich in den Zügen *b*, *d*, *i* und *h* vertheilt, welche durch die Spannstege *r r* gebildet werden. Der mittlere derselben, *c*, theilt den Heerd in 2 Hälften dergestalt, dass die Flamme nicht unmittelbar den andern Fuchs erreichen kann, sondern gezwungen wird sich zuvor in der angegebenen Weise zu vertheilen, und dann erst durch das Gewölbe reflectirt, in die andere Ofenhälfte eintritt. Damit sich die Temperatur überhaupt auf allen Punkten des Ofens gleichmässig erhält, würde es nöthig sein, hier noch mehr als bei den Glasöfen, der Flamme eine Pressung zu geben, also mit dem möglichst geringsten Zuge zu arbeiten. — Im Uebrigen ist *m m* der Zutrittsraum zum Ofen, *n n* sind die Mannlöcher, *o o* Schaulöcher durch Propfen verschlossen, *l l* Oeffnungen zum leichtern Aus- und Einbringen der Cementirstäbe, *s s* solche zum Auszichen der Probestangen. *e e* Luft-, *e' e'* Gasregeneratoren, *g* und *g'* die Passagen der Luft- und Gasströme, *q q* Aufbruchöffnungen zu den Regeneratoren. Klappenapparat nach Textfigg. 28—29 anzuordnen, die Zweigkanäle kreutzen sich hier ebenfalls. Gasversorgung bei Anwendung von Holz ein Generator nach Figg. 11—12, bei Torf oder Braunkohle guter Qualität ein Generator nach Figg. 13, 14 oder 15, 16; bei Steinkohle ein Generator nach Figg. 15, 16. — Schornsteinhöhe 45 bis 50 Fuss mit 2 Fuss unterem und 18 Zoll oberem Durchmesser [1]).

Gussstahlöfen mit regenerativer Gasfeuerung.

§ 79. Unter allen metallurgischen Hüttenprozessen im Grossen ist es die Gussstahlfabrikation, welche die höchsten Hitzgrade bei den Flammenöfen bedingt und man erreicht diese Temperatur bekanntlich unter Anwendung der besten Cokes- und Steinkohlensorten in der directen Feuerung. Die directe Gasfeuerung ist meines Wissens hier noch nirgends durchgeführt, was wohl darin seinen Grund haben mag, dass es sehr schwierig sein würde, für die gewöhnliche langgestreckte Heerdform am Ausgangspunkt der Flamme, dem Fuchs, die gleiche Temperaturhöhe für die Tiegel zu erzielen wie in der Mitte; und dies ist bei allen Gusstahlöfen das wesentlichste Erforderniss. Es ist für den Gussstahlfabrikanten ein nicht minder grosses Wagniss, als für den Glasfabrikanten seine Ofenconstruction und Feuerungsanlage zu wechseln, weil damit, und zwar besonders hier, thatsächlich immer auch die Haltbarkeit der Schmelztiegel in Frage gestellt ist. Jede solche Fabrik hat sich aber in der Regel selbst erst

1) Directe Gasfeuerung wurde bereits vor längerer Zeit bei den Cementiröfen zu Mägdesprung im Harz angewandt.

Digitized by Google

nach langen Versuchen und Opfern einen Tiegelsatz ausfindig gemacht und behandelt dann natürlich dieses Mischungsverhältniss als besonderes Geheimniss.

Ich kenne zwei Gussstahlfabriken, welche durch die ausserordentlichen Vortheile der regenerativen Gasfeuerung, sich bestimmt fanden solche zu adoptiren, sie jedoch leider wieder fallen liessen, weil es ihnen durchaus nicht gelingen wollte, dieselben Tiegel in den neuen Oefen auf die gewünschte Dauer zu erhalten. Dagegen giebt es gegenwärtig viele Fabriken, welche das Regenerativsystem glücklich durchgeführt haben und bereits seit Jahren mit sehr bedeutenden Vortheilen damit arbeiten, und zwar theils unter Verwendung von Stein- theils von Braunkohle.

Soll in einer Gussstahlfabrik die regenerative Gasfeuerung eingeführt werden, so ist es vor Allem nöthig, die Tiegel auf die verschiedenste Art im Ofen zu gruppiren um zuerst die Constellation ausfindig zu machen, unter welcher dieselben am gleichförmigsten abschmelzen. Sodann ist es natürlich geboten, wenn die alten Tiegel nicht in den neuen Oefen genügend stehen sollten, so viele Proben mit neuen Sätzen vorzunehmen, bis man den passenden gefunden hat, und zwar sind die neuen Tiegel stets zuerst in die Mitte zu stellen und nach und nach den Füchsen zu nähern. Eine fernere Regel, welche wohl zu beachten ist, ist die, keinen Tiegel über 60 Pfd. zu bepacken, sowie einen nicht allzu stark gewalzten Rohstahl zu verwenden, weil dieser den Tiegel zu leicht auseinandertreibt. Die einzelnen Stücke dürfen aus demselben Grunde nur in Kreutz- und Querschichten abwechselnd, also nicht der Länge nach eingesetzt werden. Laufen endlich die Tiegel zu stark ab, so ist das ein sichres Zeichen, dass man während der Schmelze zu viel Luft gegeben hat.

Regenerative Schmelzöfen der sächsischen Gussstahlfabrik.

§ 80. Fig. 93 (Schnitthälfte EF), Fig. 94 (Schnitthälfte CD) und Fig. 95 a. (Schnitt AB) stellt einen Gussstahlofen der sächsischen Gusstahlfabrik dar. Diese Oefen arbeiten mit je 20 Tiegeln und sind bis ca. an die Heerdsohle wie gewöhnlich unterirdisch gebaut um die Gewölbdecken *b b* durch einen Laufkrahn leicht aufzuheben und die Tiegel *a a* mittels entsprechender Maulzangen bequem fassen zu können. *e* Luft-, *e'* Gasregenerator, *d* Rinne zum Ablauf des Heerdstahls, der sich in der Gosse *f* sammelt und dort bei *g* abgestochen wird. *c* der Fuchs, *h h* die Kühlkanäle, welche mit dem Schornstein verbunden sind. Klappenapparat wie nach Textfigur 28 und 29. Jeder Schmelzofen wird

Digitized by Google

mit einem Generator nach Fig. 13 und 14, und zwar unter Anwendung einer guten böhmischen Braunkohle, betrieben. Bei Holz oder Torf würde ein Generator nach Figg. 11—12, bei Steinkohle einen nach Figg. 15, 16 oder 17, 18 anzuwenden sein. Sollen geringe Sorten gefeuert werden, so sind die betreffenden Generatoren zu vergrössern, resp. zu verdoppeln. Man rechnet in dieser Fabrik auf die Production von 1 Ctr. Gussstahl 1 Ctr. Braunkohle loco Hütte zu 15 Sgr., während man früher mehr als 1 Ctr. beste englische Cokes im Preise von $1^1/_3$ Thlr. zur Herstellung des gleichen Quantums Stahl benöthigte. Das Fabrikat ist bekanntlich von vortrefflicher Güte und besonders als Werkzeugstahl geschätzt. Die Tiegel stehen so lange wie bei dem directen Feuer, und kommt bei Beobachtung der oben genannten Vorsichtsmaassregeln ein Reissen oder Auseinandentreiben derselben nie vor. Jede Schmelze dauert durchschnittlich 4 Stunden und ist der Heerd nach je 52 bis 53 Schmelzen zu erneuern.

Herstellungskosten ca. 1200 Thlr. excl. Schornstein.

Stahlpuddelöfen, Siemens-Martin.

§ 81. Die Fabrikanten E. und P. Martin in Sireuil kamen zuerst auf die Idee, in ihren Regenerativ-Puddelöfen Stahl zu erzeugen, indem sie zu einer Charge geschmolzenen Roheisens kleine Abschnitte von Schmiedeeisen in Weissglühhitze verpuddelten. Der Erfolg war ein derartiger, dass sehr bald andere Fabrikanten diese Idee nachahmten, respective weiter ausführten, und gegenwärtig arbeiten mehrere bedeutende Stahlwerke mit Siemens'schen Regenerativ-Gussstahlöfen ohne Tiegel.

Man kann sagen, dass dieses neue Verfahren ein Pendant zum Bessemer Process bildet. Letzterer wird seine Bedeutung überall da behaupten, wo Roheisen massenhaft und in guter Qualität erzeugt wird, letzteres wird sich aber an allen grösseren Plätzen, d. h. da Bahn brechen, wo grosse Massen von Schmiedeeisen-Abfällen billig zur Verfügung sind.

Es ist ein solcher Gussstahl-Ofen in Figg. 95 (Schnitt CD), 96 (Schnitt GH), 97 (Schnitt IK) dargestellt [1]). Heerdplatten und Regeneratoren werden hier durch entsprechend angelegte Kanäle bei *s s*, welche mit der äusseren Luft communiciren, gekühlt, und münden diese in die Schlots *r r* (Fig. 97). Die oberen Parthieen des Ofens müssen von dem besten feuerfesten Material gebaut sein und verwendet man in England hierzu vorzugsweise die sogen.

1) On the Regenerative Gas Furnace as applied to the Manufacture of Gas Steel. C. W. Siemens, London 1868.

Digitized by Google

Dinas bricks. *nnn* sind 3 Thüren in der vordern Front des Ofens, durch welche der Heerd erneuert, resp. reparirt werden kann, durch die man aber auch schwere Eisenstücke auf den Heerd bringt. Die Schützen *ooo* (Fig. 97) dienen hauptsächlich zum Einbringen langer Barren und Schienen.

Der Heerd wird aus reinem Kieselsand hergestellt, und zwar empfiehlt es sich, denselben in Lagen von ungefähr 1" Dicke aufzugeben, wenn der Ofen „in Hitz" steht. Letztere muss bereits die möglichste Höhe erreicht haben, damit die einzelnen Sandlager etwas zusammensintern und ein solides Bassin bilden, dessen Boden nach dem Abstichloch alseitige Neigung besitzt. Weisser Sand von Gornal bei Birmingham hielt 20—30 Chargen aus, ohne dass es nöthig war, den Heerd zu repariren; auch der Fontainebleau-Sand, gemischt mit 25 % ordinärem, ergab ein gleich günstiges Resultat. Beim Abstechen ist der lockere Sand zu beseitigen, und dann erst, wenn man mit dem „Spiess" die harte Heerdkruste erreicht, lässt man den flüssigen Stahl in eine bereit gehaltene Kelle ablaufen.

M. Le Chatelier schlägt vor, den natürlich vorkommenden „Bauxite", aus welchem der Heerd des Versuchsofens der Herren Boiques, Rambourg & Comp. bei Montluçon hergestellt ist, mit 1 % Chlorcalciumlösung zu mischen; ein Material, welches sich dann durch seine ausserordentliche Strengflüssigkeit auszeichne.

Wenn auf diese Weise ein solider Heerd gebildet, und der Ofen auf Weissglühhitze gebracht ist, kann man zur Beschickung desselben vorschreiten. Besteht das Schmelzmaterial mit aus alten Eisen- und Stahlschienen, so sind dieselben auf ca. 6' Länge zu zerkleinern und durch die an der Rückseite des Ofens befindlichen 2 Trichter *b* in den Ofen zu bringen. Bei einem Heerdgehalt von 60 Ctrn. ist 6 Ctr. graues Gusseisen zulässig. Sobald letzteres zu einem „Bad" zusammengeschmolzen, beginnen auch die erhitzten Enden der Schienen und Barren sich darin aufzulösen.

a a sind die Hauptschlote, durch welche der Heerd mit dem zu verschmelzenden Roheisen beschickt wird, und welche zu dem Zwecke mit einer Plattform über dem Ofen verbunden sind.

Beim theilweisen Schluss der Füllrohre muss ein Theil der Flamme die neu ankommenden Massen stets vorhitzen, ehe sie herabsinken, unbeschadet der Temperatur des Heerdes, welche durchaus constant zu erhalten ist. Innerhalb 4 Stunden ist eine Charge von 60 Ctrn. beendet. Das Metallbad ist während dieser Zeit mehrere Male durchzurühren mittels einer starken Stange,

Digitized by Google

indem man die Thüren *nnn* hierzu benutzt; sollte sich dasselbe gegen Ende der Charge aber zu sehr verdicken, so ist es nöthig, noch eine Quantität Gusseisen in dasselbe zu geben.

Man nimmt hierauf eine Probe, die man im rothwarmen Zustande mit Wasser abschreckt und kann alsdann auf dem Bruch sehr leicht die Qualität der Waare beurtheilen. Sie muss glänzend sein und von krystallischer Structur bei einem Kohlenstoffgehalt von nicht über 1 %, trotz der raschen Abkühlung aber zäh und hämmerbar. Bei solchen Eigenschaften setzt man der Masse schliesslich noch 5—8 % Spiegeleisen mit einem Mangangehalt von mindestens 9 % zu, und zwar durch die Seitenöffnungen des Ofens, wodurch sie eine kurze Zeit in Wallung geräth, und alsdann zum Abstich fertig ist.

Den erforderlichen Gehalt an Kohlenstoff empfängt der Stahl durch den Zusatz an Spiegeleisen, und das Mangan verhindert dessen Rothbrüchigkeit, wofern nicht schwedisches oder steyrisches Eisen zur Verwendung kam. Wurden besonders meist alte Schienen oder Brucheisen von sehr geringer Qualität zur Charge genommen, so reicht wohl der Zusatz an Mangan nicht aus, um einen tadellosen Stahl zu erzeugen, man kann sich aber bei der Leichtflüssigkeit des Metallbades noch ausserdem durch den Zusatz von Reagentien helfen, welche befähigt sind, Verbindungen mit den enthaltenen Theilen an Schwefel, Phosphor, Arsen oder Silicium einzugehen.

Die Vortheile, die ein solcher Gussstahlofen andern gegenüber bietet, sind ganz ausserordentlich, und soll man 20 Ctr. Stahl bei einem Aufwand von 10—12 Ctr. Kohlen, unter einem Verluste von nur 5—6 p. c. produciren können. Probestücke dieses Stahles wurden bei der letzten Pariser Ausstellung mit dem „grossen Preise" belehnt.

Zur Beschreibung das Ofens selbst ist noch folgendes hinzuzufügen:

Die gusseisernen Schlots oder Trichter *aa* sind von starken Thonröhren *qq* eingehüllt, und stehen die letzteren durch die Rohre *kk* mit dem Ofen zum Zwecke der Wärmecirculation in Verbindung. Die Flamme kann auch, wie aus der Zeichnung ersichtlich, die Zwischenräume zwischen *aa* und *qq* bespülen, wodurch das in *aa* befindliche Eisen zur Rothglühhitze gelangt. Von der Hauptgasleitung führt ferner ein schmiedeisernes Rohr, was sich bei *c* nach links und rechts verzweigt, und nahe bis zu den Schlotmündungen reicht, das Reductionsgas dem Metall-

Digitized by Google

bade zu. Damit dieser Gasstrom aber ein continuirlicher bleibt, ist es erforderlich, innerhalb desselben unmittelbar nach dem Austritt aus dem Hauptgaskanal *g* einen Dampfstrahl mitwirken zu lassen. Gas und Dampf treten somit vereint in einen kleinen Condensator *p*, Figg. 98 und 99, der mit Wasser und Coaks gefüllt ist, und in welchem sowohl der Dampf condensirt, als auch das Gas von schwefelicher Säure u. s. w. befreit wird, ehe es in die Schlots gelangt.

e' Gaswechselklappe, *e* Luftwechselklappe mit den entsprechenden Ventilen *f'* und *f*; *h* Schornsteinkanal, *l* und *l'* Gas-, und *d* und *d'* Luftregeneratoren.

Beim Einlegen der Chargen verfährt man folgendermassen:

Wenn der Ofen die nöthige Temperatur besitzt, giebt man zunächst durch jeden Schlot *a a* reichlich 1/4 Ctr. Holzkohle, welche die Basis für das nachfolgende Roheisen bildet. Hierauf beschickt man den Heerd durch die Frontalöffnungen *n* oder *o* mit ca. 10 Ctr. Gusseisen, welches alsbald ein Metallbad bildet. Inzwischen ist das durch *a a* aufgegebene Roheisen erhitzt und theilweise vom Reductionsgas schon reducirt, es sinkt nach und wird fortwährend von der Plattform aus durch frische Massen ersetzt. Das Verschwinden des Roheisens im Metallbade geht nach vorher erfolgter theilweiser Reduction in den Schlots ziemlich rasch von statten; die vollständige Reduction auf den erforderlichen Kohlenstoffgehalt vollzieht sich im Bade selbst.

Bei einem starken Gehalt des Roheisens an Kieselsäure ist es vortheilhaft, dem Bad etwas Kalk oder ein sonstiges Flussmittel zuzusetzen; jedoch ist die Schlackenbildung soweit als thunlich abzuwenden, damit das geringere Roheisen der Einwirkung der Flamme nicht dadurch zu sehr entzogen wird. Das Roheisen ist in erbs- bis wallnussgrossen Stücken zur Charge zu geben, um dem Reductionsgase möglichst viel Berührungsfläche zu bieten; ist dasselbe aber in Pulverform vorhanden, so muss man es auf 10 % seines Gewichts mit einem leichten kohlenstoffreichen Materiale als trocknem Torf, Holz oder Holzkohle mischen.

Nachdem das Metallbad innerhalb 3—4 Stunden die wünschenswerthe Tiefe erreicht hat, setzt man in die Schlots *a a* je einen passenden gusseisernen Deckel, welcher an der untern Fläche mit Thon verstrichen ist, ein, derart, dass derselbe, an einem Drahte aufgehangen, die Schlots von unten absperrt. Hierauf füllt man dieselben von Neuem mit Holzkohle und Roheisen und durchschneidet den Draht, wenn die nächste Charge beginnen kann.

Digitized by Google

Siemens' Rotator.

§ 82a. Dem unermüdlichen Constructeur in Anwendung der Regenerativ-Gasfeuerung auf metallurgische Prozesse, Herrn W. Siemens in London, ist es gelungen einen Ofen herzustellen, welcher die mühsame und immerhin problematische Arbeit des Umrührens beim Puddeln, auf mechanische Weise, selbstthätig vollzieht. Er construirte einen rotirenden Ofen den er Rotator nannte. Es besteht dieser Ofen der Hauptsache nach aus einer auf Rollen ruhenden, cylinderförmigen eisernen Kammer, welche mit einer speciellen, aus sehr alluminreichen Eisenerze, dem im vorigen § erwähnten sog. Bauxit oder Wocheinit hergestellten Gattung von Ziegeln, die sowohl durch Hitze als durch Reibung nur im geringem Maasse angegriffen werden, ausgefüttert ist.

Das Verfahren der Erzeugung von Eisen in diesem Ofen besteht darin, dass derselbe mit zerkleinertem Erze und mit je nach Beschaffenheit der Erze, sowohl hinsichtlich der Qualität als der Quantität variirenden Flussmitteln beschickt wird.

Bei der Wahl dieser Flussmittel kommt es besonders darauf an, dass ihre Natur eine solche sei, dass eine Verbindung des in den Erzen enthaltenen Eisenoxydes mit der flüssigen basischen Schlacke soviel als möglich verhindert wird. Sobald nun die Erzmischung dem Schmelzpunkte nahe ist, wozu etwa 40 Minuten erforderlich, wird Kohle zugesetzt und die Umdrehungsgeschwindigkeit des Ofens bedeutend gesteigert um ein intensivers Mischen der Erze und der Kohle zu erreichen. Eine heftige Reaction tritt ein, metallisches Eisen wird gebildet, während die Flussmittel sich mit der Gangart der Erze zu flüssiger Schlacke vereinigen.

Sobald sich die Reduction des Eisens vollendet, wird letztere abgestochen und durch schnelle Umdrehung des Rotators das metallische Eisen zusammengeballt. Die auf diese Art erzeugten Luppen können entweder als Schmiedeeisen weiter verarbeitet, oder zur Herstellnng von Gusstahl durch das Siemens-Martin-Verfahren, oder durch Zusatz von Spiegeleisen im Rotator selbst, verwendet werden.

Mit Ausnahme des Einbringens der Erze und des Ziehens der Luppen wird also die ganze Arbeit mechanisch ausgeführt, ferner ist durch die diesbezüglichen Ermittelungen in den Sample Steel Works zu Birmingham völlig constatirt worden, das abgesehen von der bedeutenden Ersparniss an Brennstoff gegenüber den älteren Methoden, das im Rotator erzeugte Eisen fast ganz frei von Schwefel und Phosphor ist, selbst in Fällen, wo die verarbeiteten Erze bedeutende Quantitäten davon enthielten. Es ist

Digitized by Google

aber ferner zu bemerken, dass die Ausbeute an metallischem Eisen 80 % des in den Erzen enthaltenen Metalles nicht übersteigt, während durch den Hohofen eine viel höhere Ausbeute ermöglicht wird. Hierbei ist jedoch der Umstand in Betracht zu ziehen, dass bei dem neuen Verfahren der im Puddelofen stattfindende Verlust sowohl am Gewicht des eingesetzten Roheisens, als an den zur Ausfütterung des Ofens nöthigen reichen Eisenerzen gänzlich in Wegfall kommt. Dieser Verlust zu dem im Hohofen stattfindenden gerechnet, beträgt in der Regel 25—30 % des Gewichtes der erzeugten Puddelbarren, und es folgt daraus, dass das neue Verfahren auch hinsichtlich der Ausbeute mit den besten älteren Verfahren sich vortheilhaft vergleichen lässt, obgleich der Hauptvortheil desselben besonders in dem geringeren Verbrauch von Brennmaterial und der grossen Ersparniss an Arbeitslohn besteht.

Zur Erzielung guter Resultate ist hauptsächlich die Herstellung eines dauerhaften Ofenfutters von grosser Wichtigkeit und sind, wie der Erfinder in seinem Bericht zur Wiener Weltausstellung 1873, welchem diese Notizen entlehnt sind, selbst bekennt, die in dieser Richtung angestellten Versuche noch nicht als ganz vollendet zu betrachten. Ein gut gebranntes Futter aus reinem Bauxit giebt zwar befriedigende Resultate, es ist jedoch schwierig, Material von der richtigen Güte zu beschaffen. Wenn das Futter nicht beständig ist, so wird die Menge der gebildeten Schlacke bedeutend vermehrt, und da diese Schlacke ziemlich stark eisenhaltig ist, so wird durch ein schlechtes Ofenfutter auch die Quantität des ausgebrachten Eisens entsprechend vermindert werden.

Auf den Sample Steel Works ergab sich nach angestellten Analysen und zwar bei 8 verschiedenen Erzsorten, theils unter Anwendung von Anthracit, theils Staffortschire-Kohle, in den ausgebrachten Luppen als Maximalgehalt von Schwefel 0,088 %, ditto Minimalgehalt 0,013 %, Phosphor in gleicher Weise 0,176 % und 0,052 %.

Drittes Kapitel.

Verschiedene Hüttenprozesse.

Sodaschmelzerei mit regenerativer Gasfeuerung.

§ 82. Die regenerative Gasfeuerung hat sich auch besonders für die chemischen Fabriken des Hallenser Braunkohlenbeckens als ausserordentlich vortheilhaft erwiesen, indem die Soda- und

Digitized by Google

Glaubersalzfabrication durch dieselbe unabhängig von der Beihilfe der Steinkohle gemacht wurde. Die gewöhnliche Construction der Sodaschmelzöfen, ist bekanntlich die, dass die Flamme, nachdem sie aus dem Schmelzraume tritt, über den Vorwärmeheerd geleitet wird und dann schliesslich über eine Pfanne streicht, welche zum Abdampfen der Sodalauge dient, so zwar, dass sämmtliche Laugen, welche aus den Rohschmelzen des Ofens gewonnen werden, auf diese Art wieder zur Verwerthung gelangen.

Bei Anwendung der regenerativen Gasfeuerung fällt der Vorwärmeheerd weg, und der Soda- und Abdampfheerd bilden selbstständige Heitzobjecte.

Die Firma Engelke & Krause in Trotha bei Halle a./S. war die erste, welche im Jahre 1861 die regenerative Gasfeuerung in ihrer daselbst gelegenen chemischen Fabrik für die Sodaschmelzerei mit dem besten Erfolge einführte und ist ein Schmelzofen derselben in Fig. 98 (Schnitt CD zur Hälfte). Fig. 99 (Schnitt EF) und Fig. 100 (Schnitt AB zur Hälfte) dargestellt. *a* Heerd mit 2 Arbeitsöffnungen *f*, *b* Fuchs, *c* Luft-, *c'* Gasregenerator. Dieselben sind nicht wie sonst netzförmig ausgesetzt, sondern in gleichen Abständen wie Figur zeigt, mit je 4, 2½"gen Scheidewänden als Wärmeabsorptionsflächen versehen, damit der vom Zug mit fortgerissene Sodastaub keine den Betrieb unterbrechende Verstopfung herbeiführen kann. Sind nämlich die Zwischenräume verlegt, so werden die ambulanten Regeneratorgewölbe *d d* aufgewunden und erstere mittels eines Wischers gereinigt. Der Durchfallende Staub wird aber von Zeit zu Zeit durch die unterhalb mit den Regeneratoren zusammenhängenden Gruben *e e* ausgeräumt. Während des Betriebes sind letztere auf 5" von ersteren abgemauert. Es werden diese Oefen mit gewöhnlicher Hallenser Förderkohle betrieben, jeder derselben besitzt 2 Generatoren nach Fig. 13 & 14 bei 2½ Fuss Schütthöhe und zwar kommen auf 12 Chargen pro 24 Stunden 14 Tonnen = 40 bis 42 Ctr. Kohle, Jede Charge enthält 15 Ctr. Gemenge. Es berechnen sich demnach auf die Herstellung von 1 Ctr Rohsoda noch nicht ganz ⅓ Ctr. Braunkohlen, während man früher ebensoviel Steinkohlen noch gemischt mit etwas Braunkohle verwendete. Erstere besitzt aber dort den viertachen Werth der letzteren.

Ausserdem ist das Fabrikat seitdem entschieden reiner und sind die Löhne in Folge der Betriebsvereinfachung dazu billiger geworden.

Digitized by Google

Uebrigens empfiehlt sich für die gleiche Kohlensorte oder Steinkohle auch der Generator nach Fig. 15 & 16.

Herstellungskosten ca, 1300 Thlr. excl. Schornstein. Höhe des letzteren 45', bei 2' 18" Durchmesser.

§ 83. Seit dem Jahre 1867 hat sich das Regenerativsystem auch auf die Zinkdestillation erstreckt, und zwar wandte es zuerst die Königl. sächs. Staatsverwaltung für diesen Zweck an in den „Muldener Hütten" bei Freiberg.

Figg. 101 (Schnitt IKL), 102 (Schnitt ABCD), 103 (Schnitt EFGH) und 104 (Schnitt durch die Wechselklappen bei MN) stellt die Construction dar, wie sie dort gegenwärtig ausgeführt ist. Es sind hierin *aa* die Muffeln, *bbb* die Luft-, *b'b'b'* die Gasschlitze der Füchse, *ee* die Luft-, *cc* die Gasregeneratoren, *ii* die correspondirenden Gas-, *i'i'* die Luftzweigkanäle, *g* die Gas-, *g'* die Luftwechselklappe, *kk* Gruben, um durch die betreffenden Aufbruchstellen zu den Regeneratoren, resp. Taschen *l* zu gelangen; *h* Schornsteinkanal, *mm* die Scheidewände, welche die Vorlagen der Muffeln trennen, *o* Reinigungsverschluss für die Gasklappe, *p* Luftschieber, und *n* eine ambulante Pfoste, um zu den Stellhebeln der Wechselklappen zu gelangen.

Mehrere schlesische Zinkwerke arbeiten auch seit Jahr und Tag mit Regenerativöfen, und zwar von ungleich grösseren Dimensionen. Ich kann z. B. constatiren, dass zwei solcher Oefen der „Paulshütte" bei Kattowitz, mit je 52 Muffeln, 200 Ctr. rohe Masse verhütteten Galmei's bei einem Aufwand von nur 57 preuss. Tonnen Kleinkohle in 24 Stunden vollkommen abdestilliren.

Glühoperationen bei regenerativer Gasfeuerung.

§ 84. Die directe Feuerung bei Glühoperationen hat, abgesehen von einem verhältnissmäsig viel grösserem Brennmaterialaufwand als der den höhere Hitzgrade bedingen, noch den Nachtheil, dass der Abbrand am Halbfabrikat immer ein sehr bedeutender ist und zwischen 4—6 Proc. variirt. Es ist dies eine nothwendige Folge der fortwährend verschiedenartigen Zusammensetzung der Flamme, welche selten das richtige Mischungsverhältniss mit dem Sauerstoff der Luft besitzt und dadurch die Oxydation der metallischen Oberflächen begünstigt.

Bei Anwendung der directen Gasfeuerung (siehe Blechglühöfen zu Krems in Steyermark) ist dieser Uebelstand schon bedeutend reducirt und die regenerative Gasfeuerung hat in dieser Beziehung nicht minder günstige Resultate aufzuweisen.

Je kostbarer das Halbfabrikat, desto empfindlicher ist selbstredend der Abbrand und spielt z. B. bei Stahl und Kupfer eine

Digitized by Google

sehr wesentliche Rolle. Herr E. Blaha in Prag fand sich besonders aus diesem Grunde mit veranlasst auf seinem in Zabielitz, bei Prag gelegenen Kupferwalzwerk, im Jahre 1862 einen Glühofen mit regenerativer Gasfeuerung anzulegen, der in Fig. 105 Schnitt ED zur Hälfte und Fig. 106 (Schnitt ABC zur Hälfte) dargestellt ist. Der Heerd ist mit den wulstartigen Erhöhungen *a a* versehen, um die Plattinen und Bleche leicht mit der Zange fassen können. *b* Fuchs, *c* Luft-, *c'* Gasregenerator, *d* die Arbeitsthür, welche an einem entsprechenden Gegengewicht auf- und niedergelassen wird.

Der Ofen wird mit einem Generator nach Figg. 13, 14 und böhmischer Braunkohle betrieben. Eine Kupferplatte von 80 Pfd. Gewicht ist in 7 bis 8 Minuten rothwarm und werden binnen 12 Stunden 30 bis 36 Ctr. Blech ausgewalzt. Kohlenverbrauch 14 bis 15 Ctr. Abbrand durchschnittlich 2 Proc.

Dieser wie der in Figg. 97—100 dargestellte Sodaschmelzofen müssen möglichst flache und niedrige Gewölbe erhalten, damit die Flamme sich der grossen Heerdfläche allseitig anschmiegen kann. Es sind dieselben deshalb auch auf Fussstärke zu construiren, wodurch bei den unvermeidlichen Senkungen einem Einsturze lange Zeit vorgebeugt wird.

Bei Anwendung andrer Brennmaterialien als guter böhmischer Braunkohle gelten übrigens die für den Sodaschmelzofen gemachten Angaben auch hier.

Die sächsisch-schlesische Staatseisenbahn besitzt in ihren Dresdner Werkstätten einen Tyres und Federglühofen nach denselben Verhältnissen gebaut, nur ist seine Heerdlänge 22'. Dieser Ofen eixistirt bereits seit dem Jahre 1859 und werden bezüglich des Abbrandes sowie des Kohlenverbrauchs gleich günstige Resultate erzielt. Auch sei hier ein solcher der sächs. Gussstahlfabrik erwähnt.

Im Allgemeinen ist zu bemerken, dass, da durch die Gasflamme der Abbrand sich verringert, auch bei derselben Temperatur der directen Flamme gegenüber immer ein schnelleres Arbeiten ermöglicht ist, indem die schwächere Oxyd- oder Oxydulschicht, woraus doch der Abbrand besteht, nicht so isolirend der Einwirkung der Temperatur entgegenwirken kann.

Porzellanbrennöfen mit regenerativer Gasfeuerung.

§ 85. Die Versuche um Porzellan- und Chamottwaaren bei Gas zu brennen sind nicht ganz neu, besonders hat man sich bei den Porzellanbrennöfen ausserordentlich bemüht, das Holz als directes Feuerungsmaterial, durch Gas zu ersetzen und sollen

Digitized by Google

diese Versuche auch in der k. Porzellanmanufactur zu Charlottenburg s. Z. mit Erfolg angestellt worden sein[1]). Da aber dieser Industriezweig ein so wichtiger ist und bei dem Preise der Waare offenbar das kostspielige Brennmaterial (in sehr vielen Fällen eben Holz) einen Hauptausschlag giebt, so füge ich die Construction eines Porzellan- und gleichzeitigen Chamottbrennofens unter Anwendung des Regenerativsystemes hier mit bei. Dieselbe ist in Fig. 107 (Schnitt EGIF), Fig. 108 (Schnitt AB) und Fig. 109 (Schnitt CD) dargestellt. Der Unterbau des Ofens besteht aus den 4 concentrisch angelegten Regenerotoren *d d* für die Luft und *d' d'* für das Gas. Dieselben münden in den Ofenraum *a* durch 6 äussere Fuchsöffnungen *c* und 3 innere *c'* von entsprechender Weite. *e e* Eintritte der Luft, *e' e'* die für das Gas zu den Regeneratoren, *f* Luftklappe, *f'* Gasklappe, *g* Luftzutritt für erstere, *g' g'* Gaszuleitungskanal, *h* Schornstein, *b* Aufbruch zum Ofen. Zum Zwecke der Vorfeuerung würde in *b*, nahe der Ofensohle, eine Schüre einzurichten sein, welche man nach Zulassung des Gases jedesmal provisorisch versetzt. Um eine ganz gleiche Vertheilung der Flamme in den Fuchsöffnungen zu erzielen, ist es nöthig vorher dieselben durch einfaches Ueberlegen von Chamottsteinen zu stimmen. Die Zutrittsschlitze *e* und *e'* sind in der früher beschriebenen Weise rippenförmig zu überbauen. Die Klappen nach Textfigur 27 angeordnet, würden in eine ausgemauerte Grube nahe beim Ofen zu situiren sein.

Für Holzgasbetrieb genügt ein Generator um $^1/_3$ vergrössert nach Figg. 11—12, für Torf oder böhmische Braunkohle zwei nach Figg. 13, 14; für klare Sorten dergleichen, oder Steinkohle, der Generator nach Figg. 15, 16 oder zwei Generatoren nach Figg. 17, 18.

Die Herstellungskosten dürfen sich exclusive Schornstein auf 1800 bis 2000 Thlr. belaufen. Letzterer würde bei den bedeutenden Widerständen, 55 bis 60 Fuss hoch sein müssen, mit den respectiven Weiten von 2 Fuss und $1^1/_2$ Fuss

Kalköfen mit Gasfeuerung.

§ 86. Bei keiner Hüttenbranche ist in neuerer Zeit das Bedürfniss nach grösserer Oeconomie der Brennstoffe so sehr in den Vordergrund getreten, als bei der Kalkbrennerei, wo das Rohproduct den relativ geringsten Werth hat, und die Erzeugung der Waare total nur von dem Preise und der Qualität des Brenn-

1) Seit einiger Zeit arbeitet ein solcher in der Fabrik des Herrn Nordmann bei Altenburg mit grossem Erfolge.

Digitized by Google

stoffes (welcher letztere stets der beste sein soll) abhängig gemacht ist. Denn geringe Sorten Kohle oder Torf allein zu verwenden, ist für den Kalkbrenner fast ein Ding der Unmöglichkeit, da der massenhafte Bedarf hiervon und das Risico, einen guten Brand damit zu erzielen, ein zu grosses ist, die Brennereien auf Holz aber nach und nach eingehen müssen, und die wenigen übrig bleibenden nur ein kümmerliches Dasein fristen. Daher kommt es auch, dass es jenen Orten, wo Kalkstein und gute Kohle vereint auftreten, möglich ist, ihr so vergängliches, ja für den Transport gefährliches Hüttenproduct bis auf 40 Meilen weit abzusetzen [1]).

Die Kalkbrennerei ist in ihrer bisherigen Verfassung aber auch eine der grössten industriellen Landplagen; ein einziger Kalkofen mit directer Feuerung, selbst der besten Construction, verpestet bekanntlich meilenweit seine Umgebung und stellt sogar den landwirthschaftlichen Betrieb theilweise in Frage.

Alle diese Uebelstände werden durch die Gasfeuerung vollständig und gründlich beseitigt; denn dieselbe gestattet

1) die Anwendung eines jeden Brennstoffes bei der Kalkbrennerei, mit einziger Ausnahme stark backender Steinkohle;

2) ist die Rauchverzehrung eine vollständige, woraus auch resultirt, dass

3) je nach der Qualität des Kalksteines und des Brennstoffes nur 25 – 40 Proc. des letzteren (auf 100 Theile Aetzkalk) erfordert werden, während Kalköfen mit directer Feuerung 60 bis 100 Proc. consumiren.

4) belästigt ein Kalkofen mit Gasfeuerung die Nachbarschaft in keiner Weise;

5) ist das gewonnene Product vollkommen frei von Asche und Schlacken, daher sein Handelswerth ein grösserer;

6) ist der Betrieb für den Brenner ein weit weniger anstrengender und gesundheitsnachtheiliger:

7) kommt der Bedarf an Holz gänzlich in Wegfall, und

8) kann man die maximale Leistung eines solchen Ofens auf 30 Proc. verringern, ein wichtiger Vortheil für den Brenner bezüglich Anfang und Ende der Bauzeit oder sonstiger Conjuncturen.

Bereits im Jahre 1862 war es mir vergönnt, die ersten Versuche auf dem „Dreikönigschacht" bei Tharandt vorzunehmen, durch welche ich constatirte, dass das Gas nur seitlich eingeleitet

1) Der Gogoliner Kalk z. B. concurrirt bis Dresden, welches in seiner Umgegend doch sehr schöne und ergiebige Kalksteinlager besitzt.

Digitized by Google

werden könne, und dass damit der Durchmesser des kreisrunden Schachtes einer gewissen Grenze, wie unten weiter detaillirt ist, unterworfen sei. Nachdem die Versuche durch mehrfachen Besitzwechsel des Werkes eine Unterbrechung erlitten hatten, wurden dieselben in der Zuckerfabrik zu Gröbzig bei Cöthen für die Campagne 1864—1865 wieder aufgenommen und führten unter Anwendung von Lignit bereits zu sehr vortheilhaften Resultaten.

Der Kalkofen spielt bekanntlich in der Zuckerfabrikation gegenwärtig eine sehr wichtige Rolle, indem er nicht allein einen ganz reinen Aetzkalk zur Sättigung des rohen Zuckersaftes zu liefern hat, sondern gleichzeitig auch die erforderliche Kohlensäure, die sich mit dem Aetzkalk wieder zu kohlensaurem Kalk verbindet. Letzterer schlägt sich mit den in dem rohen Safte enthaltenen organischen und unorganischen Substanzen als Schlamm zu Boden. Es kann nicht der Zweck meines Aufsatzes sein, diese sogenannte Sättigung oder Saturation bei der Zuckerfabrikation specieller zu beschreiben. Jeder aber, der mit dieser für die Herstellung eines guten Zuckers so wichtigen Operation zu thun hat, weiss die Schwierigkeiten zu würdigen, welche darin bestanden, einen brauchbaren Aetzkalk und eine reine, concentrirte Kohlensäure zu produciren. Bisher bediente man sich hierzu durchgängig der Cokesöfen, und zwar konnte fast ausschliesslich nur der beste englische Coke gefeuert werden. Mit Hilfe der Gasfeuerung ist es nun möglich, jedes andere Brennmaterial zu verwenden, Kalk und Kohlensäure dabei aber in gleicher beziehungsweise besserer Qualität herzustellen.

Seit dem Jahre 1864—1865, in wechem ich den ersten Ofen für die Duxer Zuckerfabriks-Actiengesellschaft errichtete sind eine ausserordentlich grosse Anzahl sowohl ausschliesslich für die Zwecke der Zuckerfabrikation, aus auch speciell für Kalkbrennerei nach meinen Plänen gebaut worden, und zwar theils auf Steinkohlen, theils auf Braunkohlen, Lignit, Torf und Holz.

Zur Erläuterung des Prinzips wähle ich einen Ofen, der mit Braunkohle oder auch mit Lignit (in durchschnittlich faustgrossen Stücken) zu betreiben ist und für beide Zwecke zugleich dienen kann, d. h. zum Kalkbrennen sowohl als auch zur Gewinnung von Kohlensäure. Figg. 110—112.

a, a Gicht, deren Futter vom Mantel durch eine Isolirschicht aus Sand getrennt ist. *b* die Rast, in welcher der bereits gebrannte Kalk steht. *c, c* ... die Gasdüsen, welche mit dem Ringkanal *d d* unmittelbar communiciren. *e e* Gaszuleitung. *f, f* Fall-

Digitized by Google

thüren, aus denen der gebrannte Kalk abgezogen wird; sie sind mit je 4 bis 5 zollweiten Oeffnungen versehen, durch welche die Verbrennungsluft eindringt, die, indem sie den in der Rast stehenden glühenden Kalk passirt, auf die gleiche Temperatur gebracht, je nach Regulirung eine energische, aber mehr oder minder intensive Verbrennung des Gasstromes vollzieht. h, h .. Putzlöcher für die Gasdüsen. g^1 bis g^8 die Punkte, in welchen die Schaubüchsen eingesetzt sind; die vier unteren stehen sich diametral gegenüber. *i, i* Generatoren. *k, k* Gas-Absperr- oder Regulirungsklappen. *l, l* Theersammler, über welchen ein Reinigungsverschluss angebracht ist. *m* Kohlensäureleitung, die unter Einschaltung eines Laveurs oder Wasserwäschers mit einer doppelt wirkenden Pumpe verbunden ist. *n* der Windfang mit der Beschickungsthür zur Gicht.

Bevor die Gicht mit Kalkstein gefüllt wird, muss man alle Theile des Ofens, als Generatoren, Kanalsystem und Gicht, mindestens 72 Stunden durch ein gelindes Schmauchfeuer ausheitzen, um dem Mauerwerk thunlichst seine Feuchtigkeit zu entziehen. Das Kanalsystem wird hierbei von dem Schmauchfeuer der Generatoren aus bestrichen, die Gicht aber von den Kalkabzügen aus vorgeheitzt. Während dieses Schmauchfeuers sind die Verschlussdeckel von den Generatoren gänzlich zu entfernen.

Ist hierauf das Kanalsystem von Flugasche gereinigt, so kann das Füllen mit Kalkstein beginnen. Dieser wird etwa in Kopfgrösse aufgegeben, und diese erste Füllung ist so zu bewerkstelligen, dass ein Mann durch die Kalkabzüge einsteigt und den Stein unter Freihaltung der letzteren zum Zwecke der Vorfeuerung leicht einschlichtet. Mindestens bis zur halben Gichthöhe ist der Stein mittels Kübel hinein zu lassen und nicht hinein zu werfen, da die Stücke sich sonst zu fest in einander keilen und den ersten Abzug dann wesentlich erschweren.

Wenn die Gicht bereist zur Hälfte angefüllt ist, kann das Vorfeuer beginnen. Durch die Fallthüren unterhält man zu dem Zwecke mit steigender Tendenz, je nach der Grösse des Ofens, 2 bis 3 Tage lang ununterbrochen auf beiden Seiten ein Holzfeuer, bis die vier unteren Schaubüchsen dunkelroth scheinen.

Innerhalb dieser Zeit sind auch die Generatoren zu füllen. Man bereitet zu dem Ende erst eine Schicht Hobelspäne auf den Rosten aus und darüber eine Lage gespaltenes Scheitholz, auf welches schliesslich die Kohle bis zum Rande der Zarchen geschüttet wird.

Digitized by Google

Das Vorfeuer ist jetzt einzustellen, die Fallthüren sind ganz zu schliessen, und die Generatoren möglichst gleichförmig in Brand zu stecken. Damit die Gasentwickelung rasch erfolge, ist es angezeigt, die Zarchendeckel etwa eine halbe Stunde lang zu entfernen, dann aber, wenn man sie wieder aufgesetzt hat, die Absperrklappen nur wenig zu öffnen, damit dem nun sehr energisch der Gicht zuströmenden Gase Zeit zur successiven Entzündung geboten ist. Gleichzeitig sei hier erwähnt, dass die Zarchen der Schüttverschlüsse stets voll Wasser zu halten sind, während jene der Reinigungsverschlüsse nur mit einem feinen Sand ausgefüttert zu werden brauchen.

Das erste Kalkziehen hat spätestens 2 Stunden nach Zulassung des Gases zur Gicht zu beginnen und von da an, je nach dem Bedarf an Kalk, in Pausen von nicht unter $1^1/_2$ und nicht über 3 Stunden zu beiden Seiten möglichst rasch nach einem bestimmten Masse zu erfolgen, und ist nach einem jeden Zug die Gicht sofort wieder mit Kalkstein voll zu füllen.

Wie oben erwähnt, empfängt der Ofen seine Verbrennungsluft durch die in den Fallthüren befindlichen zehn Löcher, und schliessen die Thüren dicht, so ist mit Hilfe dieser Luftlöcher die Flamme rasch und sicher zu reguliren. Je mehr Gas der Ofen empfängt, desto mehr Luft ist selbstverständlich erforderlich. Die für das Kalkbrennen nöthige Hellrothglühhitze ist bei sonst normalem Zustande des Ofens jederzeit und unter allen Witterungsverhältnissen rasch zu erzielen und aufrecht zu erhalten.

Etwa alle 2 Monate dürfte sich ein Reinigen der Kanäle, Klappen und Düsen als nothwendig herausstellen. Dies ist einfach dadurch zu bewerkstelligen, dass man die Generatoren bis nahe zur Glühschicht herunter brennen lässt, damit sich der Theer entzündet. Hierbei sind die Reinigungsverschlüsse des Ringkanales, sowie der Putzlöcher h, h zu öffnen, durch welche man mittels eine Krücke den Schmand aus den Düsen heraus reisst; hierauf setzt man Alles in den vorigen Stand, füllt die Generatoren rasch und nimmt den Betrieb in gewöhnlicher Weise wieder auf. Natürlich ist möglichste Beschleunigung dieses Geschäftes zu empfehlen, damit die Abkühlung des Ofens nicht alzu gross wird.

Die in dem Ringkanal ersichtlichen Schieber sind dann einzusetzen, wenn man auf einer Seite des Ofens etwa eine Reparatur vorzunehmen hat und die andere functioniren lassen will, oder auch bei sehr heftigem Winde, wodurch man verhindert, dass der

Digitized by Google

der Wetterseite ausgesetzte Generator in der Gasentwickelung wesentlich gestört wird.

Je nach der Grösse des Ofens kann man den Betrieb auf 4 bis 6 Tage vollkommen suspendiren, ohne dass eine frische Anfeuerung nöthig ist; nur muss man zuvor die Generatoren ganz voll füllen, die Klappen fest schliessen und die Luftlöcher gut verschmieren, sowie den Windfang bedecken. Bei Wiederaufnahme des Betriebes öffnet man alles, putzt die Roste sorgfältig und füllt gleichzeitig die Generatoren.

Da sämmtlicher Brennstoff in Kohlensäure übergeführt wird, so gewinnt man, wie viele Hunderte von sorgfältig ausgeführten Messungen erweisen, eine Concentration von durchschnittlich 19 Proc., die sich noch etwas erhöht, wenn man bei solchen Oefen, welche nur während der Zuckercampagne functioniren sollen, anstatt des Windfanges eine Zarche unmittelbar auf dem Mundloche der Gicht substituirt.

Die Gasflamme entwickelt sich mehr in verticaler Richtung nach dem Zutritt von Luft, so zwar, dass man bei grossen Oefen dieselbe sehr leicht auf 25 bis 30 Fuss Länge ziehen kann. Daraus geht auch hervor, dass ber Gichtendurchmesser für den kreisrunden Querschnitt, wie oben schon angedeutet, ein gewisses Mass nicht überschreiten darf, und zwar habe ich durch Versuche ermittelt, dass 5 Fuss das maximale Mass darstellt. Nichtsdestoweniger ist die Anwendung der Gasfeuerung bezüglich der der Leistung eines Kalkofens eine durchaus unbeschränkte. Der Querschnitt des Schachtes ist eben diesem Umstande anzupassen, so zwar, dass man das Rechteck mit abgerundeten Ecken oder die elliptische Form mit dem constanten Masse 5 Fuss zur kleinen Axe wählt.

Die Herstellungskosten für einen Kalkofen mit Gasfeuerung übersteigen jene eines Kalkofens mit directer Feuerung (Rüdersdorfer, System Rumford, Perrier-Possoz) und entsprechender Leistungsfähigkeit in keiner Weise.

Die Kalköfen mit Gasfeuerung spielen endlich auch eine Hauptrolle in neuester Zeit bei der Fabrikation künstlicher Bausteine nach van Berkels System. Ohne hier näher auf diesem neuen wichtigen Fabrikationszweig eingehen zu dürfen, da eine Schilderung desselben den Rahmen der vorliegenden Arbeit weitaus überschreiten würde, sei nur erwähnt, dass die Bausteine (Ziegel, Verblendstücke, ornamentale Gegenstände) welche unter dem Verticalhammer aus einem Gemisch von Sand und Kalkhydrat

Digitized by Google

geformt worden, nach Kohlensäure-Impregnationskammern sofort transferirt werden. In den letzteren münden respective Zweigstränge der Kohlensäure-Leitung *m* und werden die Steine dort der Einwirkung der permanent zuströmenden Kohlensäure ca. 24 Stunden lang ausgesetzt, wobei die Waare vollständig dadurch erhärtet, dass das Kalkhydrat sich zu kohlensaurem Kalk umsetzt und damit auf künstlichem Wege sich eine Art Sandsteinformation, nur eben ungleich schneller vollzieht, als auf natürlichem. In der That ist die Aehnlichkeit zwischen diesem künstlichen und dem natürlichen Sandstein nicht blos dem äusseren nach, sondern auch in physikalischer Beziehung eine überraschende, nur kommt dem ersteren der Umstand zu Gute, dass er viel billiger ist, denn die erste Fabrik welche nach diesem Systeme arbeitet zu Mockau bei Leipzig, verkauft das 1000 guter vollkantiger Ziegel, soviel mir bekannt, gegenwärtig mit 8 Thlr., also noch weit billiger als das 1000 gebrannte Mauerziegel dort gehandelt sind.

Der in dem Gaskalkofen zu diesem Zwecke gebrannte Kalk muss womöglich hydraulische Eigenschaften besitzen, der verwendete Sand in einem gewissen Grade fein und scharfkörnig beschaffen sein.

Dampfkessel mit Gasfeuerung.

§ 87. Ueber Dampfkessel mit Gasfeuerung referirt L. Ramdohr nach dem Französischen von A. Fichet wie folgt:

Die ersten Versuche mit Siederohr-Kesseln wurden in der Fabrik von Müller in Jory bei Paris durch die Herren Fichet und Müller angestellt. Die Siederohre (Unterkessel) haben 0,600 m., der Oberkessel 1,100 m. Durchmesser und die Heitzfläche beträgt 52 □m., excl. Oberfläche der Vorwärmer.

Es liegen in Jory seit 10 Jahren zwei durchaus gleiche Kessel nebeneinander. Im Sommer ist nur der eine derselben und im Winter sind gewöhnlich beide Kessel im Betriebe; im Sommer arbeitet die Maschine mit Expansion, während sie im Winter gewöhnlich mit voller Dampffüllung betrieben und der verbrauchte Dampf noch zur Heitzung der Arbeits- und Trockenräume benutzt wird.

Die Figg. 113 und 114 zeigen die Einrichtung des Vergasungsofens und des Dampfkessels. Ersterer befindet sich vor dem Kessel, und zwar so tief belegen, dass seine Oberkante in der Sohle des Kesselhauses liegt. Die Zuführung des Brennstoffes erfolgt stündlich in Mengen von etwa 100 Kilogr., und die Füllöffnung wird durch einen mit Sand gedichteten Deckel und ausserdem noch durch eine Drosselklappe geschlossen. Der Verschluss ist derartig eingerichtet, dass bei Gasüberdruck im Generator Gase nicht ein-

Digitized by Google

treten können und bei Minderdruck athmosphärische Luft nicht angesogen werden kann. Das Brennmaterial fällt beim Heben des Contregewichtes der Drosselklappe in der gewöhnlichen Weise ein und ist, da die Gasflamme unmittelbar nicht zur Wirkung kommt, sondern nur deren Feuerluft, selbst jede Art von Steinkohlen, also auch Backkohle zulässig.

In dem oberen Gewölbe angebrachte Schaulöcher gestatten eine Ueberwachung des Feuers, um dem Nachfallen der Kohlen, wenn nöthig, nachhelfen und die in der brennenden Masse etwa entstehenden Lücken ausfüllen zu können. Zur möglichsten Verhütung von Wärmeverlusten, die durch Ausstrahlung aus den Rostspalten entstehen könnten, ist vor dem Roste eine doppelwandige und mit versetzten und verschliessbaren Lufteinströmungsöffnungen versehene Fallthür angebracht worden, welche gleichzeitig den Zweck hat, die zur Vergasung erforderliche Luft vorzuwärmen. In Folge der dadurch herbeigeführten fortwährenden Abkühlung der Fallthür kann dieselbe natürlich durch die vom Rost ausgestrahlte Hitze auch nicht leiden.

Dass übrigens auch hier die Schütthöhe des Brennstoffes abhängig zu machen ist von seinem Grössenzustande bedarf kaum der Erinnerung.

Das producirte Gas wird nun durch einen steigenden Kanal in den Zug *g* geleitet, dessen Decke aus dünnen, rostartig an einander gelegten Chamottplatten besteht, zwischen den hindurch aus schmalen Spalten das Gas senkrecht in die darüber liegende Verbrennungskammer *c* aufsteigt.

Durch den Schieber *r* wird die Gaszuströmung regulirt. Soll die Dampferzeugung auf längere Zeit gänzlich gehemmt werden, so schliesst man die Schieber *r* vollständig, und ebenso die Luftzuführungsöffnungen in der den Aschefall verschliessenden, schmiedeisernen, doppelwandigen Fallthür. So kann der Generator selbst mehrere Tage lang ausser Thätigkeit bleiben und kann dann binnen wenig Stunden wieder angeblasen werden, wenn man den Luftzutritt intact stellt.

Die zur Verbrennung der Gase erforderliche Luft tritt von Aussen durch das in dem die Verbrennungsproducte nach dem Schornstein führenden Fuc. *F* liegende Rohr *a* ein, erwärmt sich hier, gelangt in die unter dem Gaskanal belegene Luftkammer a^1, steigt zu beiden Seiten des letzteren Kanals in die Höhe und mündet von a^2 aus in den Seitenwangen der Verbrennungskammer durch eine Anzahl röhren- oder düsenförmiger Ausströmungs-

Digitized by Google

öffnungen aus. Die schon in dem Kanal *F* erwärmte Luft erhitzt sich bei der Berührung mit den Wandungen des Gaskanals nach und nach so stark, dass sie heiss in den Verbrennungsraum gelangt. Diese allmählig sich steigernde Erhitzung der Luft gewährt aber noch den besonderen Vortheil, dass sie, bei der aufwärts gehenden Richtung, in ihrer Bewegung eine immer grössere Geschwindigkeit annimmt und schliesslich aus den Düsen so kräftig in die Verbrennungskammer tritt, dass sie hier, seitlich ausströmend mit den von unten mit ebenfalls erheblicher Geschwindigkeit austretenden brennbaren Gasen Wirbel bildet und dadurch auf das Innigste mit diesen Gasen gemischt wird.

Fichet giebt als Kohlenersparniss bei dieser Einrichtung gegenüber gut angelegter directer Feuerung 32 % an, eine Ziffer die jedenfalls zu acceptiren ist. — Ein von der Construction scheinbar unzertrennlicher Uebelstand liegt darin, dass der Generator vor jedem einzelnen Kessel eine erhebliche Tieflage erhalten muss, oder aber umgekehrt der Dampfkessel um das entsprechende Maas höher zu legen ist, was die Anwendung des Apparates in der Gestalt wie ihn die beigegebenen Zeichnungen darstellen, hier und da illusorisch machen wird. Indessen ist eine Modification dieser Gliederung sicher eine keineswegs unmögliche, wenngleich der Erfolg hier offenbar strenger noch als bei anderen Gasfeuerungen mit einer stetig steigenden Tendenz der Gase im direkten Verhältniss stehen wird.

Digitized by Google

Druck von E. Mauckisch in Freiberg.

Digitized by Google

RARY
ERSITY
ORNIA.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

REESE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF CALIFORNIA

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

RARE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF PENNSYLVANIA

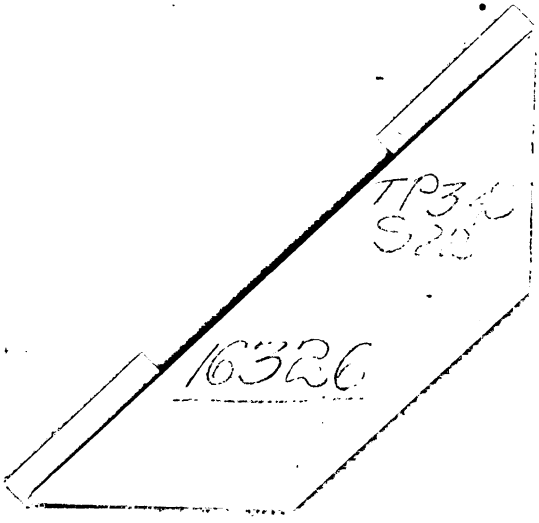
Digitized by Google

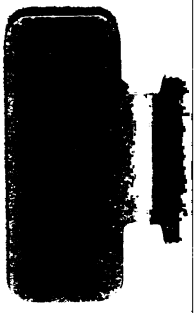
Digitized by Google

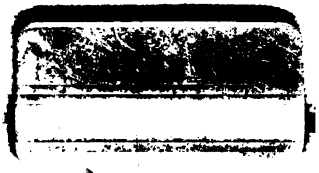
Digitized by Google

Digitized by Google

YC 18478







Digitized by Google